FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

Bound at
A. M. N. H.
1924

ANALES

DEL

MINISTERIO DE FOMENTO.

ANALES

DEL

MINISTERIO DE FOMENTO

5.06 (72)

DE LA

REPUBLICA MEXICANA

TOMO VIII

MÉXICO

OFICINA TIP. DE LA SECRETARÍA DE FOMENTO
Calle de San Andrés núm. 15.

1887

24-94459 Nov. 31

FERROCARRIL

DE MÉXICO Á TÚXPAM

DATOS PARA SU CONSTRUCCION Y ESTUDIO COMPARATIVO CON EL FERROCARRIL MEXICANO

Por el ingeniero civil

LUIS SALAZAR.

La importancia de esta línea es absoluta, no sólo considerada en relacion con sus particularidades propias de locacion, construccion y explotacion, sino comparada con la ya construida (Ferrocarril Mexicano) para llenar las necesidades del tráfico entre el centro de la República Mexicana y Europa, Antillas y Estados Unidos del Norte.

Otras líneas hay en construccion ó proyectadas de los puertos del Golfo al centro del país, como son la de México á Tampico por San Luis Potosí; México á Anton Lizardo, por Oaxaca; y México á Veracruz por Tlaxcala, Puebla y Jalapa (que en secciones y por contratos separados se ha otorgado á varias empresas). Las tres líneas ántes mencionadas se pueden considerar como indirectas en su comunicacion con la capital, y son de una longitud excesiva; por lo mismo, para comprobar las ventajas de la línea de México á Túxpam, conveniente es compararla con la directa de México á Veracruz, que es mucho más corta respecto á las arriba expresadas, y que reune todas las circunstancias precisas para un estudio comparativo.

La línea de México á Veracruz tiene una longitud de 423 k. (263 millas), y pasa á través de un terreno muy accidentado que

hizo forzosa la construccion de obras de arte notables por su mérito y costo.

El problema del trazo en este ferrocarril parecia insuperable, especialmente en el tramo de Boca del Monte á Maltrata, pues en una longitud de 25k748 (15 millas) se hacia necesario salvar una diferencia altimétrica de 1,197 m. (3,928 piés). El desarrollo en este tramo es poco mayor de 40k233 (25 millas), lo que equivale á una pendiente constante casi de 3 por 100; pero en realidad existe la máxima de 4,2 por 100.

Si por una parte admiran en esos lugares las obras grandiosas de la naturaleza vencidas por las atrevidas obras de la ciencia, por otra deben causar cierto terror á quienes van á emplear sus capitales en empresas tan costosas en su construccion como explotacion.

Idea se tendrá de lo invertido sólo en obras de arte, diciendo que existen en esta línea 10 viaductos, 148 puentes, 358 alcantarillas, 15 túneles cuyas longitudes suman 911 m. (2,990 piés), y 1 paso cubierto ó galería de 78 m. (256 piés) de longitud.

Entre los puentes merecen mencionarse el de La Soledad, 232 m. (761 piés); Paso del Macho, 71 m. (267 piés); San Alejo 98 m. (324 piés); Atoyac, 101 m. (333 piés); Rio Seco, 77 m. (254 piés); Metlac, 139 m. (457 piés), y Paso Ancho, 51 m. (167 piés).

La línea de México á Túxpam, segun el resultado de los estudios de reconocimiento hechos, deberá tener una longitud de 354 kilómetros (220 millas).

Aunque sea mayor la altura por salvar en esta línea que en la de Veracruz, como el punto de esa mayor altura, 2,565 m. (8,416 piés) está 241 k. (150 millas) ántes de la costa, el descenso medio seria algo más de 1 por 100; pero los trazos practicados hasta ahora han dado un máximum de 2½ por 100. Es completamente seguro que estudios más prolijos y detallados reducirán la pendiente á 2 ó ménos por 100.

Como obras de arte importantes, sólo habrá que construir un puente de 81 m. (267 piés) de longitud sobre el rio San Márcos.

Expuestos los puntos comparativos que anteceden en cuanto á la locacion, paso á referir con cierta amplitud las particularidades propias á la línea de México á Túxpam.

ITINERARIO PARA EL FERROCARRIL PROYECTADO DE MÉXICO Á TÚXPAM.

	DISTANCIAS. MILLAS.		ALTURAS. PIÉS.	DISTANCIAS. KILMS.		ALTURAS. METS.
México á	0	0	7466	0	0	2276
Tizayuca (en F. C. de Teoloyúcan)	31	31	7500	50	50	2286
San Agustin (entronque F. C. Pachuca)	20	51	7646	32	82	2330
Tepa (separacion F. C. Pachuca)	5	56	8153	8	90	2485
Singuilúcan (punto más elevado en trazos)	15	71	8416	24	114	2565
Santiago (estacion al S. de Tulancingo)	15	86	8200	24	138	2499
Los Reyes (comienza terreno escabroso)	21	107	6993	34	172	2131
Abra de Huilacapixtla (al N. de Huauchinango)	11	118	6053	18	190	1845
Xicotepec	12	130	3850	19	209	1173
San Márcos	23	153	933	37	246	284
Mesa de San Diego	12	165	1283	19	265	391
Tihuatlan	25	190	160	41	306	49
Túxpam	30	220		48	354	

La concesion otorgada por el Ejecutivo federal para la construccion de un ferrocarril á Túxpam, no fija la línea directa que párte de la capital segun el itinerario anterior; sino que autoriza la prosecucion de las líneas de Hidalgo, desde un punto (Tepa) del ramal de Pachuca á Irolo, en direccion á Tulancingo y hasta Túxpam.

Por este medio la línea de Túxpam queda ligada con la capital en combinacion con los ferrocarriles Mexicano y de Irolo á México por Texcoco.

En las concesiones que posee la Empresa de Hidalgo, incluida está la de llevar un ramal de San Agustin (F. C. de Pachuca) pasando por Tizayuca á Teoloyúcan (F. C. Central y F. C. Nacional Mexicano). Indirectamente queda tambien ligado México y Túxpam por las líneas concurrentes en Teoloyúcan.

Además, fácil será obtener la concesion de una via directa entre México y Tizayuca, con subvencion de $6,000 por kilómetro ($9,660 por milla).

Aun en caso de dificultarse la subvencion, podria prescindirse de ella, lo que autorizaria á fijar altos fletes entre Tizayuca y México, y así se compensaria el gasto de construccion en esta zona fácil y abierta.

Expuesto lo anterior, considerarse debe como orígen del ferrocarril sobre que informo, la ciudad de México.

Hacer descripcion completa de la capital, seria en extremo extenso; y para significar su importancia basta consignar algunos datos.

La poblacion del Distrito fluctúa entre 450 á 500 mil habitantes, calculándose en la relacion de 48 hombres por 52 mujeres.

Es el sitio ó residencia de los Poderes Federales, y con este motivo, el centro de movimiento para todos los negocios referentes al país y al extranjero.

La propiedad rústica es de 20 millones de pesos, y la urbana, de casi 80 millones. Los edificios y propiedades del Gobierno ascienden á 9 millones.

El comercio y tráfico actual está alimentado por los ferrocarriles en explotacion á Veracruz y Puebla; Silao, Guanajuato y Querétaro; Cuautla Morelos; Maravatío, Toluca y el Salto, y vias urbanas del Distrito Federal; por el canal de Chalco y Xochimilco, y por varias carreteras que conducen á Cuernavaca y otras poblaciones importantes.

Desde México hasta Tizayuca la línea recorre el Estado de México en sus distritos de Texcoco y Otumba, por un terreno ampliamente abierto á la fácil y económica locacion de la via.

Los expresados distritos constan de 110 pueblos, 40 haciendas, 28 ranchos y 80,500 habitantes.

Los productos son alfalfa, arvejon, carbon, cebada, leña, lenteja, maíz, maguey, frijol, haba, paja, papa, pulque, trigo, tuna y zacate. El valor de estos productos se estima en 2.791,000 pesos anuales.

El distrito de Zumpango con 25,000 habitantes, produce tambien los efectos enunciados por valor de $194,400. En razon de su proximidad á Tizayuca, aprovechará la línea de Túxpam para su tráfico, enlazada con la de Teoloyucan y que ya está al terminarse en su construccion. Esta via se considera desde Tizayuca hasta San Agustin como parte de la troncal á Túxpam.

Igual cosa sucede con el pequeño tramo de San Agustin á Tepa, en el ramal de Pachuca á Irolo, ya en explotacion.

De Tepa se separa la línea en direccion al pueblo de Hoztoyuca

y hacienda de Tecajete, siguiendo por las planicies de Tochatlaco, Estancia y Singuilúcan.

Frente al pueblo de este nombre, en la garganta ó puerto del cerro Caravallo, está el punto de mayor altura absoluta. El trazo de Tizayuca á este punto no ofrece dificultad alguna. La pendiente no pasará de 1.5 por 100. Las terracerías serán de poca importancia. Como obras de arte no habrá sino alcantarillas.

Los efectos que hasta Singuilúcan se producen son casi todos los ántes enumerados, pero en cantidad muy notable el maguey, pulque y cebada. Igualmente es importante la explotacion de la leña que producen los montes de San Francisco y Cuyamaloya, y que tiene su principal consumo en los minerales de Pachuca y Real del Monte.

Desde la garganta ó portezuelo del cerro Caravallo comienza el descenso al valle de Tulancingo, primero suavemente hasta las Lajas, y luego con pendientes, que los estudios hasta ahora hechos sólo han podido reducir á un 2 por 100 en la línea que forzosamente llegue á la ciudad.

La cordillera de San Francisco en sus flancos presta comodidad para desarrollar el trazo, bajando en 1.5 por 100 máximum por los Romeros hasta Santiago, punto situado al S. de Tulancingo y distante 6 á 8 k. (4 á 5 millas). En este caso habria que construir un pequeño ramal para el servicio de la poblacion; pero conveniente será estudiar si un zig-zag desde las Lajas á Paxtepec, y otro de Paxtepec á Huaxomulco, disminuyendo las pendientes, facilitan la colocacion de la importante estacion junto á Tulancingo.

Respecto á construccion, continúa casi la misma facilidad que hasta el punto de mayor altura en Caravallo; advirtiendo que los jornales en esta zona son muy baratos, en terracerías (31 centavos), y en trabajos de albañilería, carpintería y herrería (de 50 centavos á $1.50 centavos). Los durmientes de oyamel, encino, cedro y ocote, se consiguen á poco precio por la proximidad de los montes.

La ventajosa posicion geográfica que tiene Tulancingo, hace considerar esta ciudad como centro de depósito para las producciones de las Sierras de Túxpam y Tampico. Esto, unido á la riqueza agrícola del valle, dará una idea sobre la conveniencia de situar aquí una estacion de primer órden con toda clase de alma-

cenes y talleres que se sostendrán á costo muy económico, en virtud tambien de lo económico en los jornales y materiales de construccion.

A Tulancingo vendrán á concurrir los productos de las ferrerías (6,600 toneladas al año) situadas en Zacualtipan; distancia. 88 k. (55 millas), Apulco 32 k. (20 millas), San Luis 39 k. (24 millas), y la Trinidad 27 k. (17 millas). Igualmente serán aquí traidos para su trasporte al centro, el carbon de piedra y petróleo, cuyos criaderos, especialmente en el distrito de Zacualtipan, con buen éxito se comienzan á explotar, y cuyas negociaciones tomarán mayor incremento con la facilidad y baratura en el flete.

La fertilidad del valle de Tulancingo es debida á la utilizacion que se hace para el regadío de sus tierras del agua de los rios que lo atraviesan, y que permiten un cultivo cuidadoso y esmerado. La produccion principal es el maíz, que abastece los mercados de Pachuca y Real del Monte, y en menor escala la cebada, trigo, queso, leche, mantequilla, verduras de hortaliza, haba y alfalfa. Se elabora tambien el pulque, pero es de inferior calidad al de la mesa superior ¡en los llanos de Tecajete, Tochatlaco, la Estancia y Singuilúcan.

Actualmente se hacen en el mercado de Tulancingo todas las transacciones en cambios ó compras mútuas entre los productos de la Sierra, como panela, piloncillo, pescado, fruta, frijol, chile, aguardiente, cera y ganado; y los efectos llevados del centro del país, como mercería, ferretería, ropa y abarrotes.

La poblacion de Tulancingo es de 47,000 habitantes en el distrito y 7,600 en la ciudad. La extension del distrito es de 420 millas; el valle sólo tiene 138 millas. La propiedad representa una cifra de $2.850,000.

No debe omitirse el decir que despues de Pachuca, capital del Estado, Tulancingo es la ciudad de mayor importancia en Hidalgo.

Tulancingo posee seis fábricas de hilados y tejidos de lana, y son: La Esperanza, Santiago, San Luis, Eureka, Numancia y Guadalupe. La primera, segunda y cuarta son movidas por caidas de agua; las otras por medio de locomóviles. Existen igualmente varios molinos de harinas.

Es inconcuso que una comunicacion fácil y económica de Tulancingo con la capital de la República y los centros mineros de

Hidalgo, aumentará de un modo enorme la produccion agrícola y el movimiento comercial que con amplitud alimente el ferrocarril que se construya.

Aun el distrito de Apam que tiene 13,300 habitantes y una propiedad de $2.350,000, por su proximidad á Tulancingo hará uso del ferrocarril de Túxpam para sus trasportes, excluyendo al de Veracruz á México por lo elevado en sus tarifas.

La abundancia del agua y sus caidas, la baratura en combustible y lo bajo de los jornales, facilitarán la creacion de nuevas haciendas para el beneficio de metales que, por la dificultad de los caminos, se hace ahora con gran costo en Pachuca, Velasco, etc.

Como probable en su trazo he considerado la línea llegando precisamente á Tulancingo; pero en relacion con los estudios hechos de resultados más favorables hasta ahora, la locacion ha sido descrita pasando por Santiago.

Al partir de este punto el trazo continúa fácil hasta la entrada á la cañada de Rocaferro, cruzando ántes cerca de las haciendas de Tezoquipa y Hueyapan, y del pueblo de San Antonio. En este tramo se deberán construir dos puentes relativamente importantes 9 m. (30 piés amplitud), sobre los rios chico y grande de Tulancingo. Las terracerías hasta aquí continúan insignificantes.

Dos líneas se presentan despues á eleccion: una por las cañadas de Rocaferro, Agua Zarca, las Huertas, Rincon de las Tablas, Ojo de Agua Grande, Paredones, las Puentes y Plan de Ayotla; la otra por la cañada de Rocaferro, separándose en Agua Zarca para entrar en la cañada de Chacalapa y salir al Plan de Venta Colorada, que es el mismo plan de Ayotla. Por esta última línea hasta Chacalapa, se recorren 23 k. (14 millas) desde Santiago.

Tanto en el punto de division de las aguas por la cañada de Chacalapa, como en el punto equivalente de la primera línea que es en Paredones, será preciso practicar excavacion de 12 á 16 m. (40 á 45 piés) sobre toba calcárea compacta con incrustaciones de obsidiana (á juzgar por los caracteres exteriores del terreno). El movimiento de tierras será algo mayor que hasta la entrada á Rocaferro. Las alcantarillas serán de mayor amplitud y en mayor número.

Refiriéndose á la línea de Chacalapa, se debe continuar el trazo siguiendo el terreno elevado que se halla al W. de la hacienda

de Apapaxtla, y tomando como directriz el curso del arroyo Omilteme hasta un punto distante media milla de la ferrería de los Reyes, y á 8 k. (5 millas) de Chacalapa. Llamaré á este punto estacion de los Reyes. Aquí la longitud de la línea proyectada, tomada desde su orígen en México, tiene 172 k. (107 millas).

La facilidad del terreno para la construccion, aquí tambien se interrumpe para continuar la seccion escabrosa de la Sierra.

En los 172 k. (107 millas) expresados como promedio de costo, puede fijarse la cantidad de $18,000 k. ($29,000 por milla), sin incluir estaciones ni material rodante.

La estacion de los Reyes será un simple paradero para recibir los productos de esa comarca, que son: maíz, aguardiente de manzana, leña, maderas de construccion, ganado, metal de fierro que se conduzca á las fundiciones, y productos de la ferrería de los Reyes.

Despues de la que será estacion de los Reyes, la locacion continúa aún sin gran costo en 5 ó 6 k. (3 ó 4 millas); y pasando cerca del pueblo de Chachahuantla (ya en el Estado de Puebla), la línea se aloja en los contornos que forman los flancos de la cordillera de Huilacapixtla, hasta el abra de este nombre distante 18 k. (11 millas) de los Reyes.

El estudio de este trazo fué practicado por el ingeniero Roberto B. Gorsuch, en comision de la Secretaría de Fomento, y en mi concepto es el más conveniente para obtener menor costo en construccion y suavidad en las pendientes.

El Sr. Gorsuch supone será necesario un túnel en el abra de Huilacapixtla; pero es seguro que una combinacion mejor del desarrollo permitirá pasar ese punto en corte abierto de 15 m. (50 piés) altura máxima, sobre formacion de láminas calcáreo–pizarrosas descompuestas, con impresiones de fósiles (amonitas).

Despues del abra mencionada, el trazo serpentea por los flancos de las montañas que se hallan al N. de Huauchinango, descendiendo en pendiente de 2 por 100 hasta Necaxa.

A la derecha y 466 m. (1,200 piés) abajo de la línea con relacion al abra, corre el rio de Totolapa, que despues se llama de Necaxa, formando algunas vegas en donde se hallan situados los fértiles pueblos de Cuauxinca, Nopala, Acuautla y Necaxa.

La estacion para el servicio de Huauchinango probablemente

será en Necaxa, á 7 k. (4½ millas) de distancia, por estar ya abierto un camino á este lugar y construido para el paso sobre el caudaloso rio un buen puente de mampostería.

El censo de Huauchinango es 8,500 habitantes, y en todo el distrito 44,800 repartidos en 91 pueblos y 28 rancherías.

La mayor parte de los productos de la agricultura se consumen en el mismo distrito.

La exportacion por año se reduce á panela (14,900 cargas) chile verde (40,000 cargas), y frijol (2,700 cargas). En pequeña cantidad se remite café (1,500 quintales), tabaco (2,000 arrobas), y arvejon (1,300 cargas).

El valor de la propiedad raíz es $147,500.

Despues de Tulancingo, la poblacion de más importancia en el trayecto es Huauchinango.

Continúa la línea á medio corte sobre los flancos de la cordillera de Necaxa y Tecacalango, siguiendo casi la direccion del actual camino de herradura hasta Dos Caminos, algo más de 5 k. (3 millas) á contar de Nexaca. Aquí el trazo diverge bastante del expresado camino, internándose en la cañada de la izquierda al N.E. para obtener un buen desarrollo y llegar á la meseta de Xicotepec.

Verdaderamente lo muy escabroso del terreno es el tramo de los Reyes á Xicotepec; pues lo que sigue hasta San Márcos, aunque bastante accidentado, es más fácilmente atacable por su naturaleza geológica.

La formacion en general es rocallosa, en sus variedades de basalto y caliza muy compacta ó piedra litográfica; encima hay una capa variable de tierra vegetal.

Xicotepec es municipalidad de Huauchinango. Tiene 7,600 habitantes, inclinados por naturaleza á todo lo que significa progreso intelectual y material. Esto, unido á la admirable situacion topográfica de Xicotepec, hará sin duda que en breves años su importancia supere á la de Huauchinango.

Los productos especiales de Xicotepec son: café, pescado bobo (el mejor que existe en el país), algodon, tabaco, arroz, frijol, chile y naranja, que en gran cantidad se exporta.

Comienza aquí la zona de produccion de las ricas maderas á

que despues se hará referencia, y cuya explotacion dará enormes rendimientos al ferrocarril que se construya.

Pasado Necaxa están los admirables saltos ó cascadas que forma el rio, y se denominan de Necaxa y Tenango. El primero tiene 137 m. (450 piés) de altura, y el segundo, que tambien es llamado de la Ventana, 219 m. (720 piés) altura.

Incalculable es el provecho que de esas caidas de agua se podria obtener, utilizándolas como motores de establecimientos industriales ó manufactureros, que se colocaran en las cañadas ó vegas favorables existentes.

La estacion que se sitúe en Xicotepec, será de notoria importancia, pudiéndose considerar como depósito de los efectos que se introduzcan al país.

Saliendo de Xicotepec el trazo va hácia el S.E. faldeando la cordillera del Cojolico y el Nacoye en terreno escabroso, y llega al abra de Ocomantla, abajo del pueblo del mismo nombre.

El tráfico que de Túxpam y Tecolutla se hace ahora con Huauchinango, sigue por un camino trasversal que sin tocar Xicotepec, directamente va de Dos Caminos á Ocopetlan y valle de Arroyoseco, hasta reunirse con el de Xicotepec poco ántes de llegar á Ocomantla. Este camino, aceptable para bestias de carga, no lo es para carretera, ni ménos para trazo de via férrea.

En seguida del abra de Ocomantla pasa la línea al valle de Atexisquitla, que es algo pantanoso, y que por su depresion hará precisos algunos terraplenes de 30 á 40 piés de elevacion.

Continúa el trazo por los flancos de las montañas de Zihuateutla, y atravesando la cañada de Ojo de Agua, llega al pueblo de Tlaxcalantongo, y sucesivamente despues al rancho de la Reforma, hacienda de San Márcos, y paso junto al rio cerca de Apapantlilla. De este punto á los Reyes hay 74 k. (46 millas).

En este tramo hay que construir algunos puentes de 6 á 9 m. (20 á 30 piés) amplitud, sobre los numerosos arroyos que bajan de las montañas, y entre los que mencionaré los de Tecacalango, Apatlaxco, las Naranjas, Atexisquitla y el Tecomate. El rio de Tlaxcalantongo y el de Xicotepec ántes de su confluencia para formar el de San Márcos, requieren en sus pasos algunos puentes.

Para atravesar este rio, cerca de Apapantlilla, se construirá el

mayor puente que haya en toda la línea, y verdaderamente el único importante 81 m. (267 piés) amplitud y $30,000 de costo.

La gran dificultad para la construccion de la via termina aquí, por lo referente á la formacion orográfica y geológica.

Desde los Reyes hasta San Márcos los trabajadores podrán conseguirse fácilmente, con jornal económico en terracerías (31 á 37 centavos). Para las obras de albañilería, herrería y carpintería, será forzoso traer artesanos de Tulancingo con jornal no muy subido ($1 á $2.50 centavos).

Los bosques inmensos que en esta zona existen proveerán á bajo precio de durmientes, en cantidad suficiente y buena clase (cedro, chico-zapote, tlacuilo, etc).

El promedio de costo en los 74 k. comprendidos de los Reyes á San Márcos, será de $28,000 k. ($45,000 por milla), sin incluir estaciones, material rodante, ni el puente sobre el rio San Márcos.

Apapantlilla es el último pueblo del distrito de Huauchinango, Estado de Puebla, que se halla en el trayecto, pues continúa el Estado de Veracruz hasta Túxpam.

La temperatura de Apapantlilla es cálida; sus habitantes, en escaso número, son totonacos; casi exclusivamente destinados á la caza y á la pesca. La agricultura sólo se explota lo indispensable para la vida en esa region, no obstante la fertilidad del suelo.

Aun sigue el descenso de la línea por la vertiente de Zoquiapa y Huilotla, llamada tambien del Carpintero, hasta el pequeño valle de Tultitlan; siendo desde aquí necesaria una contrapendiente para alcanzar la Mesa de San Diego á 187 m. (616 piés altura) sobre dicho valle.

El descenso es ya constante de la mesa de San Diego á la Costa, por los planes escalonados de Biscuautla, loma de Cedro Pando, los Micos y valle de Miahuapa.

Con excepcion de un pequeño tramo rocalloso (basalto) en el Carpintero, el movimiento en terracerías será de mediana importancia en terreno fácilmente atacable (areniscas calizas y arcillosas, tierra vegetal y toba caliza).

Los principales puentes estarán en Peña Colorada, Agua Fria, Biscuautla, los Micos y Miahuapa 4 á 7 m. (15 á 25 piés amplitud). Las pendientes no excederán de 1.5 por 100.

En la mesa de San Diego 19 k. (12 millas de San Márcos) y en el pueblo de Miahuapa 22 k. (14 millas de la mesa de San Diego), deberán ponerse estaciones.

Los productos que en ellas se depositen para su trasporte, son incalculables en cantidad.

Exuberante es la vegetacion desde Huauchinango; pero donde verdaderamente asombra es á partir de Xicotepec.

Cultívase en toda esta zona el café, caña de azúcar, tabaco, seda, algodon, cera vegetal, frijol, chile, cacao, zarza, pimienta, vainilla y arroz. Se producen todas las frutas tropicales é infinidad de flores y plantas medicinales, entre las que mencionaré por su abundancia la piña, mango, mamey, guayaba, chico-zapote y plátano en muchas variedades; y la zarzaparrilla, tlanchilchinole, purga de Jalapa, cococuahuitl (quina) é higuerilla.

La riqueza en maderas de ebanistería, tinte y construccion es sorprendente. Bosques dilatados de gigantescos árboles atraviesa la via férrea proyectada, en donde se ven el cedro (varias clases), chijol (que se petrifica en el agua), tracat (palo del hule), caoba, ébano, tlacuilo, romerillo, chico-zapote (varias clases), moral, rosa, quiebra-hacha (notable por su dureza), haya, alzaprima, palma real (propia para construcciones bajo el agua), nogal, ocotzote, bienvenido, ahuacatillo, etc., y bejuco en sus variedades.

Las inmensas sabanas que allí existen (tierras de magníficos pastos), sin costo ni gran cuidado proporcionan la cría y engorda de ganados.

La caza, en mayor escala, dará á la exportacion su contingente en pieles de leopardo, jaguar ó tigre, gato montés, venado y jabalí; y otras pequeñas de lobo, liebre, tlacuache, tejon y zorrillo.

En los rios se pesca el bobo, sardina, anguila, bagre, trucha, lisa y mojarra.

Entre las aves se encuentran el águila, gavilan, halcon, faisan, cojolite ó pavo silvestre, palomas, perdices, codornices, pericos, jilgueros, cenzontles, clarines y carpinteros; y otras acuáticas, como garzas, pelícanos, gaviotas, etc.

Ligera y rápida es la descripcion hecha de este país vírgen, pero sin duda dará una idea del gran negocio que hará, explotando tanta riqueza, el primer ferrocarril que se construya en él.

La planicie de Miahuapa se prolonga al salir del pueblo hasta cerca del arroyo de Pedernales. Continúa luego el descenso de la línea llegando al rancho de Papá Clarillo, y siguiendo por la vertiente de este nombre. Atraviésase luego el arroyo del Zapotalillo; por un terreno abierto se llega al rancho de Corralillos, y por las lomas que están al S.E. de Tihuatlan se desarrolla el trazo para alcanzar el pueblo colocado sobre una extensa loma.

La formacion de este tramo en general es de tobas y areniscas calcáreo--arcillosas, por cuya razon el movimiento de tierras no ofrecerá dificultad.

Las obras de arte de relativa importancia son el puente del Zapotalillo y el de Tihuatlan 7 m. (24 piés amplitud). Las pendientes son muy suaves, y sólo en el descenso á Tihuatlan se llegará á 1.5 por 100.

En Tihuatlan deberá colocarse una estacion para embarque de productos idénticos á los enumerados cuando se habló de la anterior seccion.

La salida de Tihuatlan es fácil al principio y en corta longitud; pero despues, en poco más de 5 k. (3 millas), se aloja el trazo forzadamente por la ladera de los cerros de Tihuatlan al N.E.; y sigue por una estrecha cañada que se abre cómodamente al llegar al rancho del Horcon. Se dirige la línea casi recta al N.E. hasta llegar al rancho y despues al arroyo de Tecostempa. Prosigue faldeando la loma de Xixique, y por la cañada que pasa 54 m. (180 piés) abajo del rancho de Buenavista, se alcanza la meseta del Avalito. Amplia es esta meseta para alojar el trazo á voluntad; y lo mismo sucede en la Loma Tendida que se prolonga en casi 8 k. (5 millas) hasta el estero de la Ceiba. Para salvar la depresion en este lugar, la línea se dirige á la izquierda del alineamiento traido, y retrocede luego á la derecha para pasar á la loma siguiente que en muy ligera pendiente permite llegar á Tuxpilla. Entre Tuxpilla y Cabellos Blancos el terreno es insensiblemente inclinado, y en algunos lugares que se halla á nivel, sujeto á inundaciones.

Cabellos Blancos es una ranchería de 800 habitantes, situada en la márgen derecha del rio, frente á la ciudad de Túxpam.

La construccion de terracerías en este último tramo, sólo ofrece dificultad en la cuesta á la salida de Tihuatlan, en donde la línea irá á medio corte por la ladera ó flanco de la cordillera; en la cañada siguiente que requiere terraplenes algo fuertes; igual

cosa en la cañada de Xixique; y en los pequeños tramos expuestos á inundaciones entre Tuxpilla y Cabellos Blancos.

Los puentes principales estarán sobre los arroyos del Horcon, Tecostempa, la Ceiba, Tuxpilla, y sobre el estero de D. Diego.

En el corto tramo de Tihuatlan al Horcon la pendiente es posible llegue á 1.5 por 100; pero en adelante y hasta Cabellos Blancos el máximun será 1 por 100.

En Cabellos Blancos deberá situarse la estacion terminal que llamaré de Túxpam, no obstante estar la ciudad al lado opuesto del rio, que en este lugar tiene 467 m. (1,535 piés) de anchura.

Desde Apapantlilla hasta Túxpam, ó sea en 108 k. (67 millas), las obras de terracería no serán costosas por su naturaleza misma; pero sí por la escasez de trabajadores y por el limitado tiempo que del dia se utiliza sin gran fatiga para el peon. Los jornales serán elevados (75 centavos á 1 peso), y la duracion del trabajo, 7 á 8 horas. Los trabajos de albañilería tambien resultarán caros por el jornal ($2 á $3), y por no hallarse inmediata la piedra en algunos lugares; la arena abunda; la cal se saca de la concha del ostion calcinada, que será preciso llevar desde Túxpam al lugar de su empleo. Las alcantarillas y puentes se deben hacer por lo pronto con las buenas maderas que hay en el trayecto, y que se tendrán á poco precio; pero la mano de obra ó jornal en carpinteros será subida ($2 á $3). Los limitados trabajos de herrería que por el momento se presenten, tambien serán de alto jornal ($2 á $2.50).

La estacion favorable para el trabajo en la Costa es de Octubre, en que las lluvias torrenciales terminan, á Abril inclusive en que el calor comienza á ser excesivo.

Del pueblo de Apapantlilla y rancherías próximas aun se conseguirán peones para terracerías, pero en escaso número. La gente del municipio de Xicotepec es posible consienta en engancharse hasta la mesa de San Diego. De aquí en adelante, sólo el aliciente de un buen jornal hará fácil conseguir trabajadores, pues los únicos pueblos que quedan en la línea, que son Miahuapa y Tihuatlan, no tienen numerosos habitantes.

Las obras de superestructura se harán con mucha economía, comenzando á herrar la via por Túxpam, pues así se ahorra el flete de conduccion en rieles y durmientes para la parte interior

de la línea, utilizándola con este objeto conforme vaya avanzando, lo que violentará á la vez su consolidacion.

Para el abrigo de las cuadrillas deberán levantarse galerones de madera, y facilitarles violenta asistencia en caso de enfermedad.

Por todo lo expresado, el promedio de costo se estima en esta seccion á $26,000 k. [$41,000 milla], sin incluir estaciones ni material rodante.

Como se ha dicho, la abundancia en ricas maderas de construccion en esta zona es notable, y se pueden obtener á bajo precio. Convenientemente será, por lo mismo, que las estaciones por el momento sean de madera en toda la línea, con excepcion de las que se levanten en México y en Tulancingo. El costo se reducirá á la mano de obra, pues la Compañía constructora del ferrocarril será dueña de todos los árboles cortados en la brecha abierta, que proporcionarán durmientes, madera para las obras y leña para combustible.

La estacion terminal en Túxpam (Cabellos Blancos) será de importancia absoluta. Depósito forzoso de todos los productos que se exploten en la Sierra para su exportacion, y de los efectos importados del extranjero, su distribucion exigirá grandes almacenes, muelles, gruas, etc., para satisfacer debidamente tráfico tan considerable como el que sin duda se desarrollará.

Separadamente expresaré más adelante cuál es mi opinion respecto al tráfico que supongo se debe tener.

La construccion de todas las obras en la estacion de Túxpam debe hacerse con madera; el costo será de $180,000.

La estacion en Tulancingo puede ser una construccion mixta de mampostería y madera. Pero como debe contener los talleres principales de la línea, su costo ínfimo será de $300,000.

La estacion de partida en México será de primer órden. Su costo dependerá de la sencillez ó lujo que se adopte en su construccion. Pero los principales departamentos para espera, despacho, embarque, almacenes, talleres de reparacion, gruas, depósitos para material rodante, etc., serán levantados con un gasto de $450,000.

El material rodante necesario para comenzar la explotacion de la línea importará $2.000,000.

Las indemnizaciones se fijarán en $400,000, pero esta partida resultará notablemente modificada. Cuando la empresa Palmer

Sullivan envió una comision á reconocer esta línea, se obtuvieron por escrito ofrecimientos de que casi todo el terreno ocupado por la via y estaciones desde Xicotepec hasta Túxpam, seria cedido por sus respectivos propietarios. Procediendo con anticipacion, igual donativo podria conseguirse por la Compañía que de hecho construya el ferrocarril.

Reasumiendo, resulta el siguiente presupuesto:

Seccion de México á los Reyes.....	$3.103,000
„ de los Reyes á San Márcos.....	2.070,000
„ de San Márcos á Túxpam.....	2.747,000
Estacion de México.....	450,000
„ de Tulancingo.....	300,000
„ de Túxpam.....	180,000
Estaciones de Tizayuca, San Agustin, Singuilúcan, los Reyes, Necaxa, Xicotepec, San Márcos, San Diego, Miahuapa y Tihuatlan (en conjunto).....	80,000
Paraderos de Tepa, Tecajete, Hueyapan, Atexisquitla y Avalito.....	5,000
Material rodante.....	2.000,000
Indemnizaciones	400,000
Puente del rio de San Márcos.....	30,000
Total.....	$11.365,000

La cifra del costo total manifiesta desde luego que el ferrocarril de Túxpam se construirá con la cuarta parte del gravámen que reporta el ferrocarril de Veracruz. Y es natural, puesto que la primera tendrá en gasto de durmientes sólo la mano de obra, y donde sea necesario comprarlos los pagará á 35 centavos; economizará fletes llevando sus rieles por la via conforme vaya herrándose; como obras de arte importantes por su costo, únicamente existe el puente de San Márcos; las estaciones podrán ser de madera, con excepcion de las de México y Tulancingo; y los jornales son baratos. Miéntras que la línea de Veracruz pagó durmientes hasta á $2 y $2.50; el flete fué muy subido para conducir sus rieles en carros á las secciones de Apizaco y Puebla, lo que significó un recargo en costo de $1,242 k. [$2,000 por milla]; ade-

más el valor y peso de los rieles era mayor que ahora; las obras de arte en túneles, puentes y viaductos son numerosas y de gran costo como al principio se dijo en este Informe, y los jornales y materiales de construccion se pagaron demasiado caros.

La explotacion será muy económica porque sobra combustible barato, hay agua en abundancia y las pendientes son muy suaves. lo que garantiza mucha duracion á los materiales fijo y rodante, No sucede igual cosa en la línea de Veracruz, pues los bosques del trayecto están talados, y esto ya obliga á traer carbon de piedra de Inglaterra; y hay pendiente de 4.2 por 100 que sólo máquinas Fairlie pueden con dificultad vencer en ese penoso ascenso y peligroso descenso.

Incuestionable es que circunstancias tan superiores en diferencia de longitud, construccion y explotacion, harán fijar tarifas muy bajas en los trasportes para la línea de Túxpam, y con eso absorber el movimiento de importacion sin competencia de las otras líneas al Golfo.

El movimiento de exportacion será especial en la línea de Túxpam, pues ni comparacion es posible establecer entre el país riquísimo y vírgen que atraviesa, con la zona qne recorre la línea de Veracruz por un terreno relativamente agotado.

Al hablar del puerto de Túxpam, diré las inmensas ventajas que sobre el de Veracruz tiene, tanto en situacion como en benignidad del clima.

La subvencion acordada por el Gobierno federal á las líneas que se construyan en Hidalgo y México, y á la que de Tulancingo se prolongue á Túxpam, es de $ 8,000 por kilómetro ($ 12,872 por milla).

En territorio del Estado de Hidalgo, el Gobierno local subvenciona en $ 2,000 cada kilómetro ($ 3,213 milla). y además presta otros $ 2,000 por kilómetro, con 4 por ciento de rédito al año, redimibles en 25 años; lo que equivale á un aumento en $ 1,000 más de subvencion por kilómetro.

Suponiendo que la seccion de México á Tizayuca se construya sin subvencion, teniendo en cuenta que de Tizayuca á Tepa la subvencion debe recibirla la actual Empresa de Hidalgo que cons-

truye ese tramo, resulta para subvencion de la línea de Tepa á Túxpam lo siguiente:

Gobierno Federal 264 kilómetros (164 millas).....	$ 2.112,000
Gobierno del Estado 75 kilómetros (46 millas).....	150,000
Idem equivalencia por préstamo.....	75,000
Suma.....	$ 2.337,000

Esta cantidad se aumentará en $ 300,000, consiguiendo como es muy posible una subvencion de $ 6,000 por kilómetro ($ 9,354 por milla) en el tramo de México á Tizayuca.

Por último, deben estimarse como subvencion los terrenos que con seguridad ceden los propietarios, desde Xicotepec hasta Túxpam, y cuyo valor se puede estimar en $ 150,000.

Así, la subvencion total llegará á $ 2.787,000

El tráfico probable del ferrocarril á Túxpam no es fácil inferirlo del que actualmente existe, más el incremento natural que resulte de una comunicacion cómoda y violenta. Más bien debe deducirse por el sistema comparativo que se ha seguido al hablar de la línea de Veracruz.

Si es una cosa comprobada que la línea á Túxpam es más corta en longitud, más barata en construccion, y más económica en explotacion que la de Veracruz, y que estas circunstancias permitirán fijar tarifas bajas para trasportes en general, claro es que, prescindiendo del tráfico propio que se desarrolle en la zona directa de México á Túxpam, el ferrocarril que á este puerto se construya quitará mucho de su movimiento de importacion á la via de Veracruz.

Consignaré primero los datos de ese movimiento, para inferir despues el que por Túxpam cambiará su derrotero en virtud de las ventajas expresadas.

Las entradas del ferrocarril Mexicano en 1881 fueron:

Pasajeros.....	$ 545,910
Mercancías.....	3.816,280
Pulque.....	357,610
Efectos varios.....	197,305
Total.....	$ 4.917,105

El aumento de entradas fué considerable en 1882, y aun cuando no se han publicado los datos de todo el año, es posible imaginarse, por la comparacion del primer trimestre de 1881 con el mismo trimestre de 1882.

Primer trimestre de 1881	$ 1.225,500
Primer trimestre de 1882	1.321,500

Este aumento en entradas fué altamente satisfactorio á la Compañía, no sólo por la cifra que representa, sino por el carácter de dicho aumento.

En efecto, en 1881 por cobro de fletes figuró en primer término la partida por conduccion de materiales para ferrocarriles. En 1882 los Directores aseguraban á la Compañía limitada del Ferrocarril Mexicano que el monto de la misma partida en ese año no excederia de la mitad correspondiente al anterior. La baja que de aquí resulta en las entradas segun estos datos, no sólo halló compensacion, sino que resultó un aumento considerable en las entradas generales.

Esto debe atribuirse á la mayor importacion de efectos extranjeros (con exclusion de materiales para ferrocarriles) que cada dia exige el notable incremento del comercio en el país, y tambien al desarrollo del tráfico dentro de la República; pero especialmente en los lugares que atraviesa el ferrocarril.

El tráfico de exportacion es débil por Veracruz, á causa de que la zona recorrida por el ferrocarril está bastante explotada.

El tráfico en toneladas de 1000 kilos durante el año de 1881, fué como sigue:

De subida	206,236
De bajada	68,774
Idem para exportacion	11,360
Total	286,370

La importacion consistió principalmente en materiales de construccion, algodon, drogas, géneros para ropa, abarrotes, loza, ferretería, maquinaria, papel, materiales para ferrocarriles, sal, granos y vinos. La exportacion más notable fué en café, pieles y azúcar.

Durante el segundo semestre de 1881 los productos habidos fueron:

Pasajeros	$ 271,615
Equipajes	32,700
Mércancías	1.836,720
Pulque	187,620
Animales	18,295
Moneda, joyería	14,645
Trasportes militares	19,535
Productos varios	15,475
Total	$ 2.396,605

El número de pasajeros que dieron el anterior producto en el mismo período de tiempo fué:

Primera clase	11,648
Segunda idem	31,877
Tercera idem	118,575
Total	162,100

El peso de los equipajes cobrados fué 1,502 toneladas.

En el expresado segundo semestre los gastos fueron:

Conservacion y estaciones	$ 221,115
Locomotoras	354,220
Telégrafo	31.685
Tráfico	158,735
Gastos generales	80,305
Direccion en México	30,955
Idem en Lóndres	24,105
Total	$ 901,120

Resulta, pues, de las cifras anteriores que el producto líquido en medio año fué de $ 1.495,885.

La comparacion entre el producto total habido en 1881 y el exclusivo del segundo semestre, manifiesta una baja que fué originada por la diminucion de introducciones de materiales para ferrocarriles.

Como se vió en la comparacion de los resultados habidos en movimiento durante el primer trimestre de 1881 y el correlativo de 1882, era satisfactorio el incremento que el tráfico local tomaba, así como el de importacion (excluyendo material para ferrocarriles).

Aunque en abstracto, se sabe que las entradas obtenidas en 1882 ascendieron á $6.000,000 en cifras redondas.

La construccion del ferrocarril de Túxpam, aunque pueda dejar inalterable el tráfico local en la línea de Veracruz, debe absorber en su mayor parte el de importacion.

Los efectos extranjeros que sólo en el segundo semestre de 1881 fueron trasportados por la línea de Veracruz, produjeron $1.344,460 con peso de 33,256 toneladas. Estas cifras siguen aumentando considerablemente, segun se ha comprobado, y en todo el presente año de 1883 es indudable que el monto de la importacion por Veracruz dará una cantidad total de $4.000,000.

Por la baratura de sus fletes, la línea á Túxpam está llamada á atraerse ese movimiento, por lo ménos en la mitad de la suma anterior; sin contar con el tráfico de la misma naturaleza que desarrolle por sí propia la misma línea.

El contacto directo que tiene con los centros mineros del Estado de Hidalgo y con los ferrocarriles del interior en Teoloyúcan, le darán una preferencia indisputable, especialmente en lo que se refiere á conduccion de maquinarias, sal y combustible para los primeros, y mercancías y pulque para el Interior.

La comarca pulquera que atraviesa la línea de Túxpam desde Singuilúcan hasta Tizayuca, es tan extensa y productora como la que abarca la de Veracruz. Además, de ésta se pasará mucho flete á la primera por la conexion del ramal construido de San Agustin á Irolo, aprovechando la baratura del trasporte.

En los últimos seis meses de 1881 el trasporte de pulque en la línea de Veracruz fué de 30,209 toneladas, con producto de $187,620. Si bien las tarifas de Túxpam deben ser menores, como el peso en toneladas conducidas resultará mayor, el cálculo más bajo que pueda hacerse dará para producto del pulque en esta línea 260 mil pesos al año. Esto es, poco más de lo que representa el medio año expresado en la línea de Veracruz.

El movimiento de exportacion durante el segundo semestre de 1881, se redujo al trasporte de 4,102 toneladas efectos nacionales que dieron $4,192. Cifra tan nula sólo se explica por lo excesivo de las tarifas en la línea de Veracruz, que ocasionan la imposibilidad absoluta de explotar esa parte del país, y porque, como se ha dicho, esa zona no es de las más ricas actualmente.

En el ramo de exportacion, es incalculable la que podrá dar la línea de Túxpam. Ya ántes he indicado, aunque brevemente, cuáles son los productos naturales que en cantidad exorbitante se hallan, con particularidad en la Sierra.

La exportacion en la República durante los tres meses de Julio á Setiembre de 1882, fué en esta forma:

Metales preciosos.....$	6.004,827
Henequen.....	794,968
Maderas.....	378,939
Café.....	235,536
Pieles.....	195,816
Ixtle.....	154,794
Vainilla.....	144,883
Tabaco.....	81,129
Azúcar.....	44,077
Miel de abeja.....	39,421
Animales.....	37,720
Efectos varios.....	233,846
Total.....$	8.345,956

O sea un valor de $33.000,000 al año.

En los años anteriores el valor de la exportacion habia sido menor; y no obstante, sólo el puerto de Túxpam embarcó efectos por $1.000,000, todos productos naturales, con exclusion de metales. Estos son los que constituyen el gran valor de exportacion por Veracruz ($21.000,000 al año), pero que en productos de fletes dan poco rendimiento.

Además, la exportacion de metales que por hoy constituye nuestro único y ruinoso cambio con los productos extranjeros, considerablemente debe ir disminuyendo, ó por lo ménos permanecer estacionaria, pues la explotacion de nuestros productos na-

turales es fuente de mayor prosperidad para el canje con los artefactos de las demas naciones.

Durante el año de 1881 el movimiento del país en plata y oro fué:

	PLATA.	ORO.
Produccion.....	$ 25.167,763	$ 989,160
Circulacion.....	40.000,000	10.000,000
Acuñacion.....	24.139,023	438,778

Estos datos manifiestan que por falta de buenas vias de comunicacion, la situacion de un país como éste, rico en toda clase de producciones náturales, se ve en la precision de sostener el comercio extranjero sólo con el valor de sus metales preciosos. Pues no se infiere otra cosa de las sumas que representan la produccion anual y la circulacion, que casi es constante la misma.

Más que ninguna otra la via de Túxpam abre vasto campo á la exportacion de artículos que se producen en el país, y se consumen en cantidad fabulosa en Europa y Estados Unidos.

Los Estados Unidos consumen actualmente al año más de 500.000 toneladas de azúcar cuyo valor pasa de $70.000,000, y sólo una décima parte se produce en ese país. El consumo anual de café es de 150,000 con valor de $36.000,000, y se lleva principalmente de Cuba y Brasil.

México produce el mejor café del mundo, y sus costas son capaces de proveer todo el consumo de los Estados Unidos. Su posicion geográfica le dará la preferencia, y tal vez el monopolio para abastecer á dicha República.

Por todo lo expuesto, no parecerá exagerado suponer que á los cuatro ó cinco años de establecido el ferrocarril á Túxpam, el valor de fletes en esta línea por exportacion de productos naturales y minerales ascenderá á $1.500,000.

La comparacion ya hecha varias veces entre las zonas que recorren respectivamente las líneas de Veracruz y Túxpam, y que comprobadamente es desfavorable para la primera, autoriza á creer que el desarrollo del tráfico local, que en ésta fué 54,328 toneladas durante el 2º semestre de 1881 con productos de $97,187, en la segunda línea será muy superior á esas cifras. Este movimiento significará inferiormente una utilidad anual de $400,000; es decir, doble que en la línea de Veracruz.

Como se vió ya, el número de pasajeros que transitaron en los últimos seis meses de 1881 la via de Veracruz, fué de 162,100, y produjeron $271,615, más $32,700 por equipajes. Para un tiempo doble, es decir, en un año, el producto por idéntico motivo en la línea de Túxpam, será fácil llegue á $300.000, inclusive flete de equipajes.

Reasumiendo los datos discutidos anteriormente, resulta en un año el siguiente producto total probable para el ferrocarril de México á Túxpam:

Importacion	$ 2.000,000
Exportacion	1.500,000
Tráfico local.....	400,000
Pulque (como especial).....	260,000
Pasajeros y equipajes	300,000
Suma.....	$ 4.460,000

Los gastos de direccion, explotacion y conservacion en el ferrocarril de Veracruz ascendieron segun se indicó, á $901,120, en el segundo medio año de 1881, esto es, cosa de $1.800,000 en un año.

La via á Túxpam trazada para una explotacion muy económica; con gran duracion en el material fijo y rodante; con materiales de construccion bastante baratos, y con gastos de direccion que la práctica ha demostrado hasta dónde pueden reducirse, no demandará mayor inversion en idéntico objeto, que de $800,000 en cada uno de los primeros años. Ya que la via esté consolidada, esa cantidad disminuirá notablemente.

Por lo expuesto resulta una utilidad líquida de $3.660,000.

El término del ferrocarril en Cabellos Blancos ó sea en el puerto de Túxpam, se halla á cosa de 13 k. (ocho millas) de la desembocadura del rio en el mar.

La ciudad está situada á la márgen izquierda del rio, y éste abrigado en ese lugar por los cerros de San Fernando, el Campanario y el Zapote, que limitan la poblacion al N.

El número de habitantes en el Canton ó Distrito es de 28,800, y de 6,800 en el municipio.

La propiedad urbana representa una cifra de $289,196, y la rústica de $83,412.

El Canton de Túxpam abarca en el Golfo un litoral de 109 k. (68 millas) desde el Cabo Rojo hasta la barra de Cazones.

La temperatura média en Túxpam es de 23°5 centígrados ó sean 76° Farenheit.

Si por una parte los cerros situados al N. favorecen el abrigo del puerto en los fuertes temporales, por otra impiden las brisas que en el verano refrescarian la temperatura haciéndola más saludable.

Los pantanos y ciénegas que hay próximos á la ciudad ocasionan fiebres y calenturas que no son muy malignas. El vómito, esa enfermedad tan terrible en Veracruz, en Túxpam no da absolutamente.

Dos esteros atraviesan la ciudad y dan salida á las aguas de las ciénegas, y á las que bajan de los cerros del Hospital y la Cruz, que se elevan dentro de la misma ciudad.

Túxpam dista 201 k. (125 millas) de Veracruz, y 145 k. (90 millas) de Tampico. El camino para Veracruz se hace por la playa ó por Papantla. El de Tampico generalmente por la laguna de Tamiahua, y en ligeras embarcaciones que atraviesan los canales naturales y los abiertos hace pocos años en Chijol por el Gobierno federal.

Antes se ha hablado de los innumerables y ricos productos cuya explotacion será fuente de riqueza para el ferrocarril á que este Informe se refiere.

Todo el movimiento que se desarrolle, es incuestionable será por el puerto de Túxpam, que por su situacion, menor distancia á la capital, mejor clima, y condiciones favorables del ferrocarril que se construya, en baratura y fletes, le harán preferible á Veracruz y á Tampico.

Humboldt decia que "en el porvenir las Antillas no podrian competir con las colonias continentales, especialmente en la produccion de café, azúcar tabaco y algodon."

La exportacion por Túxpam en 1882 se calcula fué por valor de $800,000. Cifra tan pequeña contrasta con la amplitud que por lo privilegiado de esos terrenos deberia representar; pero es su-

ma de consideracion si se recuerda que no hay caminos, no hay puerto, no hay poblacion numerosa.

Túxpam está llamado á ser un puerto especial de exportacion. Hoy, en particular, por esa línea se llevan á Europa y Estados Unidos los diversos palos de tinte y ebanistería que ya se han mencionado; las pieles de varias clases; frutas (en cantidad considerable la naranja y la piña); y el ganado para las Antillas.

Nuestro principal elemento de cambio con los efectos extranjeros, que es la plata, deberá, en lo futuro, exportarse por Túxpam en razon al contacto que tendrá con los ferrocarriles de Hidalgo y del Interior.

La agricultura hoy sólo en pequeña escala se explota, conformándose con tener lo necesario para el consumo local. Pero será tambien motivo de exportacion, debido á la fertilidad del suelo.

Efectivamente, las cosechas de maíz son dos al año y muchas veces tres, sin beneficio alguno del terreno ni gran trabajo para el labrador. La produccion de este cereal es en la relacion de 250 por 1. El frijol da 78 por 1. El arroz, 82 por 1. Una caballería de tierra produce caña para 7,000 arrobas de azúcar. Tambien con ella se elabora en abundancia el piloncillo, y de éste se extrae el aguardiente.

El café, algodon, tabaco y vainilla, dan espléndidos resultados en su cultivo.

La agricultura en general se explota ahora sólo por la poblacion indígena que posee terrenos propios aunque pequeños. La parte rica de los habitantes se dedican á cortes de maderas, crías de ganados vacuno, lanar, cabrío, mular y caballar, y á especulaciones de pieles.

La abundancia de buenas maderas para construccion, y el estar acantiladas en muchos lugares las orillas del rio, han facilitado el establecimiento de pequeños arsenales en donde se construyen canoas, botes, lanchas, y hasta goletas, bergantines y pailebots.

El rio de Túxpam nace en Huayacocotla; toma sucesivamente los nombres de Vinasco, Pantepec, y Túxpam, y recorre más de 241 k. (150 millas) ántes de arrojarse al Golfo.

Las chorreras, rápidas ó cascadas son en su curso numerosas, y por ese motivo no se puede hacer la navegacion sino desde San Isidro, distante 48 k. (30 millas) de la boca del rio.

La amplitud del rio es variable, teniendo frente á la ciudad de Túxpam 467 m. (1,535 piés ingleses). La profundidad desde este lugar hasta la barra es de 7 á 8 brazas en el canal, y en las extremidades de 3 brazas.

En las orillas hay acantilados de roca basáltica, que se prestan para enlazar y asegurar con facilidad los muelles que se construyan.

Durante los meses de Agosto á Octubre hay fuertes crecientes que suben de 2 á 4 m. (7 á 12 piés), y hacen grandes perjuicios á los terrenos lindantes á causa de las inundaciones; tambien arrastran las arenas de la barra. La duracion de las fuertes crecientes es de 48 horas.

En general la corriente del rio es suave, y sólo alterada por las mareas que elevan la superficie hasta $0^{m}60$ (2 piés ingleses).

Desde San Isidro el caudal del rio es aumentado por los esteros de Agua Nacida, Alamo, Rinconada, Zapotal, Chimetla, Tuxpilla, Juana Moza, el Palmar, Tenachaco (que limita la ciudad de Túxpam al W.), Palma sola, Cobos, de la Calzada (que cruza el camino para Tamiahua), Tampamachoco y Jácome.

El rio se comunica á su izquierda y 1.5 k. (una milla) ántes de llegar á su desemboque, con la laguna de Tamiahua por intermedio del estero de Tampamachoco. El trayecto es el siguiente: Partiendo del estero referido que tiene 2.5 k. (1½ millas) de largo, y $0^{m}90$ á 3 m. (3 á 10 piés) de profundidad, se llega á la laguna de Tampamachoco. Esta tiene 8 á 10 k. (5 á 6 millas) de longitud y 6 k. (4 millas) de amplitud. Continúan los esteros del Infiernillo, la Laja, el Angosto y el Corral, en muchos lugares demasiado estrechos y cenagosos, y en longitud de 35 á 50 k. (22 á 23 millas). A esta distancia se cruza el rio Tanhuijo, pasando al estero del mismo nombre para llegar á la laguna de Tamiahua.

Esta laguna es una de las más notables del país. Tiene 116 k. (72 millas) de longitud y 40 k. (25 millas) de amplitud, con un desarrollo en su perímetro de 272 k. (169 millas). En el centro tiene las islas denominadas del Toro, Juana Ramirez y el Idolo. Las orillas de esta laguna son pantanosas y con una vegetacion

exuberante, que está poblada de multitud de aves de variadas especies. Su profundidad es bastante á recibir embarcaciones de cualquier porte. Está sujeta á las tempestades y movimientos del mar, quizá por su proximidad á éste, que en algun lugar está sólo separado por una faja de tierra que tiene 600 m. (2,000 piés) ó muy poco más de anchura.

Como se ha dicho, la barra dista de Túxpam 12 ó 15 k. (8 ó 9 millas).

Próximo á la barra está un vigía que por cambios de señales avisa al puerto cuando se presentan los buques, que está cruzada la barra, etc. Igualmente hay un práctico que se emplea en sondear la barra para avisar si puede ó no ser pasada; conduce las embarcaciones ó manifiesta si se necesitan lanchas para el alijo y descarga.

En las borrascas se refugian las embarcaciones en los bajos de Tanhuijo y de Túxpam que les ofrecen seguridad. Tambien en este último bajo, 3.5 k. (2 millas) fuera de la barra, anclan los buques para hacer la descarga en las lanchas que constantemente están listas en el puerto.

La barra tiene 76 m. (250 piés) amplitud; generalmente cala de 2 á 3 m. (6 á 9 piés); cuando está cruzada de $0^{m}60$ á 1 m. (2 á 4 piés). En los años de 1847 y 1866 que fueron arrastradas completamente las arenas por las fuertes crecientes del rio, y en cuya época el movimiento de embarcaciones fué constante, la barra desapareció, teniendo el canal 5 á 6 m. (18 piés) á cuya profundidad se halla la roca.

Muy variable es la situacion de la barra á causa de los efectos producidos por las borrascas del mar y los nortes, en contra de las crecientes y corriente natural del rio que acumulan en la desembocadura las arenas formando la barra.

Siendo la barra el único obstáculo para el desarrollo del comercio de Túxpam una vez establecido el ferrocarril, y para con-

FERRO-CARRIL DE HIDALGO.

CARTA GENERAL
DE LA LÍNEA
DE MÉXICO Á TUXPAM
Escala = 1:1600000
GOLFO DE MÉXICO
Tuxpam
Papantla
Tecolutla
Mesacupa
Filal
Jicaltepec
Tlapanalaya
Mazantla
Rincon de Miel
Mesa chica
Cerrestos
Jalacingo
Las Vigas
S. Miguel
Perote
Jalapa
Actopan
Plan del Rio
Apazapa
Paso de Ovejas
VERACRUZ
S. Juan
TEJERIA
LA PURGA
Medellin
Antonio Lizardo
COFRE DE PEROTE
C. PICO DE ORIZAVA
Córdoba
Orizava
CAMARON
LA SOLEDAD
PASO DEL MACHO
ATOYAC
MALTRATA
ESPERANZA
RINCONADA
DOLORES
Acajungo
Quischolar
Acayete
Amozoc
PUEBLA
Cholula
POPOCATEPETL
PANZACOLA
S. Pablo
Hueyotlipan
S. ANA
C. MALINCHE
S. MARCOS
Huamantla
TLAXCALA
S. Martin
Apizaco
Motonico
GUADALUPE
SOLTEPEC
Calpulalpan
S. Marcos
Apaxco
Otumba
TEOTIHUACAN
TEXCOCO
Texcoco
MÉXICO
Tacubaya
Tlalpan
Chalco
Amecameca
C. IXTACHUATL
Tlalmanalco
Ayotla
Tepetlaoxtoc
Tepeapulco
Omitlan
Zempoala
Singuilucan
Zacatlan
Tulancingo
Tulancingo
Huauchinango
Tlamaxcalayo
Pahuatlan
Atotonilco el Grande
Apulco
Tenango
Mesquitilan
Zacualtipan
Tlazoyo
Chuchotla
Tenango
Quezalapa
S. Lorenzo
Tlazquitlo
Tlamaxulpan
Tula
Tulapango
PACHUCA
Real del Monte
Huichuetoca
Zumpango
Cuautitlan
Tepotzotlan
Tacuyas
Tepeji
Tepeji
Tepeji

seguir que allí se tenga un verdadero punto con abrigo y comodidad para las embarcaciones, natural será que ante todo se procure la destruccion de ese perjuicioso estorbo.

Dos medios se presentan para conseguir el objeto. Uno consiste en dragar la barra, construir escolleras de defensa contra los embates del mar, y mantener constantemente un vapor remolcador con cadenas ó arrastras para limpiar el canal.

El otro medio ha sido propuesto por el Sr. Ingeniero E. Lavit, quien opta por aprovechar el bajo ó arrecife de Tanhuijo que es un fondeadero natural y abrigado, y proyecta un canal que comunique el mar con la laguna de Tamiahua. Del arrecife á la boca del canal hay 13 k. (8 millas); la longitud de éste 11 k. (7 millas) con 30 m. (100 piés) amplitud á nivel de la baja marea, y 5 brazas de profundidad. La embocadura del canal será protegida con dos escolleras de 300 m. (1,000 piés) longitud y 12 m. (40 piés) profundidad. El presupuesto calculado para esas obras es de $1.032,000.

El derrotero seguido despues para Túxpam es el ántes descrito entre Tampamachoco y Tamiahua, lo que supone aptos para la navegacion los esteros pantanosos y estrechos del Infiernillo y el Angosto, cosa que no sucede.

Para expeditar estos esteros será forzoso canalizarlos, y esto demandará un gasto que será fijado por un estudio hasta hoy no verificado. Además, quizá no se podria obtener bastante calado para toda clase de embarcaciones, lo que exigiria trasbordes.

El medio propuesto de destruir la barra y navegar directamente el rio hasta Túxpam, parece ser el más conveniente. Los buques podrán atracar junto á los muelles que se construyan á las orillas del rio, descargando desde luego sobre el material rodante del ferrocarril.

Sin los estudios necesarios que den idea exacta de las obras indicadas, es muy ligero aventurar un presupuesto; pero como cifra redonda puede hacerse la apreciacion del gasto en $2.000,000 máximum.

El conocimiento de la localidad en Túxpam da idea segura para la formacion de un amplio puerto, que preste abrigo á las embarcaciones; comodidad en la carga y descarga; economía en estas operaciones, y que en todo tiempo se puedan verificar. Pero po-

co conveniente seria decir en detalle las obras que debieran hacerse, cuando ningun estudio existe sobre este asunto.

Es por lo mismo necesario de toda preferencia la organizacion de una seccion de ingenieros, que escrupulosamente estudien la manera más á propósito para formar un buen puerto en Túxpam, como complemento del ferrocarril proyectado.

México, Junio 21 de 1883.

LUIS SALAZAR,
Ingeniero civil.

VEGETACION ESPONTÁNEA

Y

REPOBLACION DE LOS MÉDANOS

DE LA ZONA LITORAL DE VERACRUZ

Por el ingeniero agrónomo

IGNACIO OCHOA VILLAGOMEZ.

Entre las diversas manifestaciones de la accion incesante de los mares sobre los continentes, la invasion de los montículos de arenas arrancadas de la roca y arrojadas á la playa por las olas, es un fenómeno geológico que, con justo motivo, ha llamado en todos tiempos la atencion.

En aquellos sitios en que la costa se levanta erizada de rocas y escarpada, la marea azota y socava los cimientos, ocasionando el derrumbe de enormes masas que las aguas rompen y desmenuzan despues.

No es cierto que estas moles desprendidas de la orilla se depositen para siempre en el Océano; al contrario, desde que caen al mar, son arrebatadas y removidas por la accion combinada del flujo y reflujo, por la fuerza de los vientos ó por las corrientes submarinas que las tienen en constante movimiento, y las reducen á una extrema division. Sucede así, que los cascajos, arenas gruesas y materias terrosas, en virtud de su mayor peso, concluyen por depositarse en distintos lugares del Océano, en donde encuentran las condiciones necesarias para su estabilidad; pero las arenas finas, como más ligeras, quedan en suspension; son arrastradas por el flujo del mar y por las olas y depositadas sobre

las costas más bajas. En cada reflujo queda enjuta aquella orilla, que calienta el sol y el viento impele en seguida hácia los continentes: de tal suerte, que si el hombre no pensara en detener estos montículos movedizos, prontamente cubririan las comarcas y campiñas.

Con la accion combinada del aire, de la humedad y del tiempo, estas arenas se endurecen mezclándose con los restos animales y vegetales que sorprenden á su paso, formando verdaderas cuestas ó colinas que en frances se llamaron "dunes," y en nuestro país se conocen con el nombre de médanos.

Así es como las dunas del Golfo de Gascuña sepultaron en la arena varias ciudades que figuran en los mapas de la edad média.

Las arenas movedizas de la Arabia desierta producen las constantes trasformaciones que mudan la faz y el aspecto de sus costas.

Muchas ciudades y aldeas del Egipto han sido invadidas por las arenas del Desierto, desde que la indolencia musulmana no cuidó de contenerlas.

Y sin ir más léjos, las ruinas de la antigua Villa Rica de la Veracruz, fundada por Cortés, cerca de Zempoala, están actualmente cubiertas por la arena.

Varias circunstancias locales han contribuido poderosamente en nuestras costas del Golfo, y muy principalmente en las cercanías de Veracruz, para formar las dunas ó médanos.

Los primeros regidores de esta villa, no hablan en su carta á Cárlos V, refiriéndose al aspecto de la costa, sino de *desiertos arenales;* pero probablemente ya existian los médanos en aquella época, aunque no se haya hecho mencion alguna de ellos.

Es bien sabido que, en aquel tiempo, el cordon litoral de Veracruz estaba formado por un arrecife madrepórico ó piedra múcar, que en algunas partes se elevaba á la altura de 1 á 2 metros sobre el nivel de las más altas mareas. Este depósito de coral ha sido ventajosamente empleado como material de construccion, en la fortaleza de Ulúa, en las fincas de la ciudad, en sus baluartes y murallas, y no quedan ya vestigios de él. La aparicion de los médanos en las cercanías de Veracruz, comenzó, quizá, desde que cesó el abrigo que prestaba el arrecife.

Pero prescindiendo de lo que la tradicion ó la Historia nos en-

señen sobre este particular, no cabe duda que el litoral de la bahía puede considerarse como un malecon, contra el cual, los vientos dominantes y el perpetuo movimiento de las aguas de Este á Oeste, arrojan sin cesar las arenas que el Océano tiene en suspension. Por otra parte, segun los sondeos y reconocimientos que se han practicado, resulta que el perfil del lecho del mar en toda la playa inmediata, favorece notablemente este depósito.

El poder calorífero absorbente de las arenas y su extrema tenuidad, prestan ocasion á los vientos para arrebatarlas y removerlas, formando con ellas montículos movedizos más ó ménos elevados.

Experimentan notables trasformaciones estas pequeñas colinas en la época de los equinoccios, y en los meses de Octubre á Marzo en que reinan los vientos impetuosos llamados "Nortes." Ocupan dilatadas extensiones, conservando las huellas del viento que las ha impelido; y como dice Bremontier, refiriéndose á las dunas del Golfo de Gascuña, "pudieran compararse al aspecto de un mar embravecido, cuyas encrespadas olas fuesen súbitamente fijadas, en medio de una tempestad."

En la parte expuesta al viento reinante, la pendiente de los médanos es suave y no excede de 25 á 30 grados: no sucede otro tanto al lado opuesto, en donde las arenas que llegan á la cima y la rebasan, se deslizan en virtud de su propio peso, tomando la inclinacion que corresponde á su talud natural, y que, como el cálculo indica, es de 34½ grados. Algunos médanos alcanzan la altura de 50 y aun 80 metros sobre el nivel de la playa.

La configuracion de estas costas va cambiando, como debe suponerse, porque variando de lugar los médanos, cambian tambien de sitio los valles y cañadas que están entre ellos comprendidos.

En la estacion de las lluvias, aquellos bajos se trasforman en pantanos y pequeños lagos, en donde, los restos orgánicos entran prontamente en descomposicion bajo los rayos ardientes de un sol ecuatorial, y mantienen una atmósfera húmeda y saturada de miasmas, muy nociva á la salubridad: á esta circunstancia se añade la influencia malsana de los desechos marinos que arrojan las olas á la playa, y los cuales entran tambien en putrefaccion muy fácilmente.

Por otro lado, ese constante vaiven de las arenas impide dar

salida á aquellas aguas estancadas, porque cubririan los canales y sepultarian las obras de construccion que con tal objeto se emprendieran.

La zona litoral se eleva á unos 162 metros (500 piés) sobre el nivel del mar, y se extiende en llanadas ó sabanas arenosas, entrecortadas por los médanos que forman pequeñas cordilleras, cuyas faldas se inclinan suavemente hácia la playa.

El período de las lluvias es allí de cinco meses, desde Junio hasta Noviembre, y la cantidad de agua que cae anualmente es de 1m62 por término medio. En el resto del año, el vapor de agua llevado en suspension por los alisios no llega á precipitarse: de un lado, la elevada temperatura producida por la posicion zenital del sol, y por otro la influencia de las montañas vecinas, se combinan para dar este resultado.

En el invierno, hay que agregar otra causa de mayor importancia: sucede en efecto con frecuencia, de Octubre á Marzo, que el viento Noroeste del Golfo se interrumpe por los "Nortes," que no son otra cosa que una desviacion del alisio, producida por la aspiracion que las costas bajas de la península de Yucatan ejercen, á la manera del tiro de una inmensa chimenea. Las ráfagas ó bocanadas de este aire frio que se desprenden de la bahía de Hudson, atraviesan el Canadá y la parte oriental de los Estados Unidos, se saturan de vapores en las aguas del Golfo, y vienen despues á descargarse con extraordinaria violencia sobre el paralelo de Veracruz y de la Habana; pero como se encuentran con capas de aire muy caliente, su punto de saturacion se retrasa, y no alcanzando á resolverse en lluvia, sólo refrescan la temperatura.

Estas conmociones atmosféricas se anuncian por una violenta perturbacion en la marcha del barómetro.

Casi siempre, un stratus, cuyo perfil aparece al Norte, dibujado en lontananza á la manera de una oscura faja, es el precursor seguro de este fenómeno imponente.

Sopla al principio un viento ligero de tierra; se experimenta un calor sofocante; en seguida sopla brisa; la cima del Citlaltepetl se proyecta sobre un cielo azul y despejado, al mismo tiempo que oculta su falda entre un velo vaporoso y trasparente. La humedad se precipita á manera de rocío sobre el empedrado de las calles, en las barandillas de los balcones y en los objetos de

madera y fierro. En tales circunstancias, el fenómeno comienza. La tempestad se desata. Levanta el mar sus encrespadas olas, que baten con furia sobre los muelles y salvan á veces la muralla. La comunicacion con el castillo de Ulúa se interrumpe. Las embarcaciones cortan sus amarras y huyen á alta mar, ó van á buscar abrigo detrás del inmediato islote de Sacrificios.

La duracion del fenómeno se prolonga por dos, cuatro y aun ocho dias.

Otra de las circunstancias que influye poderosamente en el clima de Veracruz, es la corriente marítima llamada el Gulf-Stream, que desde que entra en el Golfo de México, corre paralelamente á nuestras costas y voltea por la punta de la Florida para dirigirse á Terranova.

Bastará fijarnos en que el agua es el cuerpo que posee la mayor capacidad calorífica, para comprender que la circulacion constante é inmediata de esta inmensa masa de agua caliente, es no solamente un foco activo de calor, sino tambien la causa incesante de vapores, cuyos efectos deberán hacerse sentir desde luego sobre las costas y en seguida en la tierra firme. Se debe tambien á la presencia de esta corriente, el depósito constante que deja el mar sobre sus orillas.

Está situado Veracruz á los 19° 11′ 30″ de latitud Norte, y á los 2° 46′ 56″ de longitud Este del meridiano de México.

En la estacion del verano sube la temperatura máxima hasta 35° del termómetro centígrado, y la mínima llega á 25°, siendo de 29° la temperatura média en este período del año.

En el invierno, la temperatura máxima oscila entre 20° y 24°, y la mínima llega hasta 12°, resultando entónces de 18° á 19° la temperatura média.

Dominan en los meses de Marzo y Abril, con la velocidad ordinaria de 8 á 11^{m} por segundo, los vientos fuertes del Sur. Desde el mes de Diciembre hasta el de Febrero sopla comunmente el S.E., y en seguida el Norte, que lo hace á veces con la velocidad de 19^{m} por segundo, y está ordinariamente cargado de ozono.

Del mes de Mayo á Noviembre reina el alisio del S.E., durante el dia, y la brisa del N.O. en la noche.

La presion atmosférica média es casi la altura barométrica que corresponde al nivel del mar, es decir, $0^{m}762$.

El higrómetro indica generalmente, durante los "Nortes," la humedad relativa de 0.80 á 0.86 por término medio.

Por último, la declinacion magnética es de 7° 27′ hácia el Este.

Estos datos, unidos á lo que anteriormente dejo apuntado, podrán servir para estudiar la distribucion de las diversas especies vegetales, en las que la influencia del clima depende más bien de las temperaturas extremas que de la temperatura média.

Pasados algunos momentos, despues que ha soplado un Norte, es cuando la zona litoral de Veracruz es digna de estudiarse.

Desde luego, la parte azotada por el viento presenta á la vista el cuadro de una lucha, sostenida por una raquítica vegetacion contra el elemento destructor.

Las huellas del viento se ven impresas en las ondulaciones que la arena ha conservado.

La vegetacion poco densa y elevada, se compone principalmente de varios géneros de Gramíneas, como el *Cenchrus racemosus*, de espinoso cáliz; el *Eragrostris reptans*, de enrolladas hojas, y cuyas raíces capilares que nacen de cada nudo, se adhieren en la arena como los tentáculos de un molusco.

La *Cassia recumbens*, de hojas bipenadas y pequeñísimos foliolos, que esconde sus delicadas flores en la arena.

Otros diversos grupos de plantas herbáceas, entrelazados con malváceas del género *Sida*, y breñales de Acacias y Mimosas de gruesas espinas. Algunos matorrales en que descuella el *Bromelia pinguin*, cuyas hojas rígidas, armadas de algunas puntas en su orilla, parecen adaptarse muy bien al clima reseco de la costa; pero lo que principalmente caracteriza la vegetacion de esta parte de los médanos, son algunos tipos de la familia de los Palmeros y de las Cacteas, que tambien resisten los rigores del clima.

Examinando más detenidamente la vegetacion espontánea de esta parte de la zona, se distinguen las especies siguientes, cuyos ejemplares pude colectar y figuran en el Herbario que va adjunto al presente Informe:

GRAMÍNEAS.

Cenchrus racemosus (rosetilla).
Eragrostis reptans.
Leersia mexicana.
Poa rariflora.

LEGUMINOSAS.

Cassia chamacristoides.
Acacia cornígera.

MALVÁCEAS.

Sida Cordifolia.
Malva scoparia.

BROMELIÁCEAS.

Bromelia pinguin (Timbiriche).

PALMEROS.

Coccus guacuyule (Palma coyol).

CACTEAS.

Cactus opuntia.

La familia de las umbelíferas está representada allí por el *Hydrocotile umbellata*, que abunda en los puntos húmedos y sombríos.

Las Comelíneas, por la *Commelyna tuberosa*, cuyas moradas flores matizan el tapiz que forman las gramíneas.

Las Cyperáceas están representadas por algunas especies pertenecientes á los géneros *Carex*, *Ciperus* y *Scirpus*, que pueden verse tambien en el Herbario.

Y por fin, flotan en la orilla del mar ó son arrojadas por las olas á la playa, las *Cryptógamas* siguientes:

La *Dictiota ciliata*, la *Dictiota fasciola* y la *Dictiota bastagresiana* con la *Padina pavonia*.

El *Sargassum montagnei*, de grandes esporos.

El *Memalion multifidum* y el *Halimeda opuntia*, que arrojan los vientos á la orilla.

Con más riqueza de formas y mayor variedad en las especies, se presenta la vegetacion en la parte Sur de los médanos, abrigada de los vientos. Las formas tropicales adquieren allí su entero desarrollo.

Esta porcion interior de la zona tiene un tapiz de gramíneas, entre las que descuellan el *Buchlœ dactyloides* ó Buffalo-gras, que abunda en las praderas americanas.

Se distinguen tambien las especies siguientes, cuyo carácter geográfico depende indudablemente de la direccion de los vientos reinantes:

GRAMÍNEAS.

Paspalum conjugatum.	Cynodon dactylon.
Eleusine indica.	Chloris distachya.

Leptochloa filiformis.

Las especies de otras familias que imprimen una fisonomía particular á la region de esta zona litoral, son la forma desarrollada de los Palmeros, la del Ficus sicomorus, el *Guarea ramiflora* ó palo corado, el Palo mulato y diversas Rosáceas y Mimosas arborescentes.

La aglomeracion de vegetales leñosos y la abundancia de parásitos ó epifitos, y las lianas que adornan el tronco de los árboles, le comunican un aspecto enteramente tropical.

Algunas Aroideas, Scitamineas y Helechos que crecen á la sombra, aumentan notablemente las dimensiones de su follaje.

Las siguientes especies que aparecen en el Herbario, son:

LEGUMINOSAS.

Hedysarum flexosum.
Abrus precatorius.
Erikcriva coraloides.

MALVÁCEAS.

Las de la region anterior, y además
Malvaviscus coucinus.
Anoda-hastata.

BOMBÁCEAS.

Pachira fastuosa.

MELIÁCEAS.

Guarea ramiflora.
Melia azederach.

VITÍCEAS.

Vitis silvestris.
Lantana aculeata.

ASCLEPIADEAS.

Asclepias curassavica.

AURANCIÁCEAS.

Citrus medica.

ANACARDIÁCEAS.

Mangifera indica.

PAPAVERÁCEAS.

Argemone mexicana.

SCITAMÍNEAS.

Canna indica.

PAPAYÁCEAS.

Carica papaya.

SOLANEAS.

Solanum marítimum.

CONVOLVULÁCEAS.

Convolvulus arvensis.

HELECHOS.

Cænopteris achillæfolia.

COMPUESTAS.

Palafoxia Lindenii.
Mikania denticulata.
M. Houstonii.
Bidens pilosa.

AMARANTÁCEAS.

Gomphrena globosa.

RANUNCULÁCEAS.

Clematis Gæricea.

GRAMÍNEAS.

Arundo nitida.

En las orillas de los pantanos ó lagunas interpuestas entre los médanos, se distinguen comunmente las siguientes:

Potamogeton natans.
Salvinia auriculata.
Xanthosoma maffafa.
Marsilia policarpa.

Debo mencionar, además, otras especies que no pude colectar por no haberlas encontrado en florescencia, y que son, sin embargo, de la mayor importancia en el estudio de la flora de esta region litoral.

Guazuma ulmifolia	Malváceas	Guásima.
Chrysophilum cainito	Zapotáceas	Zapote blanco.
Anona cherimolia	Anoneas	Chirimoya.
Cordia Boissieri	Borragíneas	Anacahuita.
Plumbago capensis	Plumbagíneas	Plúmbago.
Datura stramonium	Solaneas	Toloache.
Solandra grandiflora	,,	Floripondio.
Coccos nucíferus	Palmeros	Palma del coco.
Cactus grandiflora	Cacteas.	
Cactus monilífera	,,	
Cactus cochenilífera	,,	
Bromelia ananas	Bromeliáceas	La Piña.
Eriodendron anfractuosum		Pochote.
Psydium pomiferum	Mirtáceas	Guayabo.
Indigofera ornithopodioides.	Leguminosas	Añil.
Coccos guacuyule	Palmeros	Coyol.
Ficus Sycomorus	Urtíceas	Higuera silvestre.

El distinguido naturalista Mr. E. Fournier, que sin disputa posee el Herbario más completo de nuestra Flora mexicana, se ha ocupado tambien de la vegetacion de esta region litoral del Golfo, y cita las especies siguientes:

GRAMÍNEAS.

Dactyloctenium ægiptiacum.
Hemarthria fasciculata.
Oplistemenus.
Stenotaphrum americanum.
Eragrostis Vera-crucis.
Leersia Gonini.
Trachypogon Gonini.
Agrostis virginica.

EUFORBIÁCEAS.

Croton rivinofolius.
C. reflexifolius.
C. cortesianus.

CONVOLVULÁCEAS.

Convolvulus palustris.
C. Germanniæ.
C. Rosiflorus.
Caliptigia soldanella.

LEGUMINOSAS.

Tephrosia litoralis.
Desmodium arenarium.
Rhynchosia menispermoides.

AMARANTÁCEAS.

Amaranthus spinosus.
Iresine diffusa.
Gomphrena interrumpta.

ACANTÁCEAS.

Cryphiacanthus barbadensis.
Dipteracanthus procumbens.
Adhatoda dipteracantha.

AMENTÁCEAS.

Celtis litoralis.
Platanus Liebmanni.

Justamente sorprende que una vegetacion tan vigorosa y que reviste tanta riqueza en las formas como variedad en las especies, se levante en un terreno que á primera vista parece estéril é impropio para todo cultivo.

Aquellas arenas, de algunos metros de profundidad, extremadamente finas, susceptibles de moverse al menor soplo del viento, no se creeria que fuesen á propósito para dar asiento y vida á aquella diversidad de plantas herbáceas y árboles de grande talla; pero estudiándolas con más detenimiento se podrá descubrir que poseen, entre otras propiedades, la de absorber el vapor de agua que habitualmente existe en bastante cantidad en el aire en aquel clima, de tal manera, que á la profundidad de $0.^{m}15$, se conserva siempre cierto grado de humedad que es muy favorable á la germinacion y crecimiento de las plantas.

Absorben además estas arenas las sustancias orgánicas y sales amoniacales contenidas en la atmósfera, las retienen entre sus partículas y las proporcionan despues segun las necesidades de la vegetacion.

Examinadas al microscopio, se presentan compuestas estas arenas de cristales de cuarzo, de fragmentos oscuros de hornblenda y de algunos átomos de carbon de piedra.

Se descubren además unas granulaciones blanquizcas, unidas entre sí, formando grupos ó mallas, y depósitos de restos orgánicos de pólipos, moluscos y foraminíferos en sus diversas formas.

El análisis químico, aunque practicado de una manera imperfecta y apénas aproximado, viene no obstante confirmando el reconocimiento microscópico anterior, porque en 100 partes de esta arena se encuentra la siguiente composicion:

Arena fina cuarzosa y hornblenda.....	90.00
Fosfato y carbonato de cal.....	4.50
Agua y restos orgánicos.....	5.50
	100.00

La presencia de los restos orgánicos y el fosfato de cal en estas tierras, así como las propiedades físicas que dejo apuntadas, nos explican suficientemente la variada y vigorosa vegetacion de que están cubiertas, favorecidas por el clima tropical en que se encuentran.

De sentirse es que el puerto de Veracruz, el más importante y concurrido de todos los de la República, reuna á los graves inconvenientes de un mal fondeadero las condiciones malsanas de nuestras costas del Golfo, y además el azote del vómito ó fiebre amarilla, á los que están expuestos, sobre todo, los extranjeros y personas no connaturalizadas con el país. Y mucha razon ha habido por parte del Supremo Gobierno y del Municipio de Veracruz para tratar de combatir las causas de insalubridad de este puerto.

Sin pretender averiguar cuál pueda ser el verdadero orígen del vómito, sólo llamaré la atencion sobre esta circunstancia: todos los que se han ocupado de esta cuestion interesante convienen en que la enfermedad aparece y comienza á propagarse cuando concurren ciertas condiciones de humedad, de calor y de impureza en la atmósfera, que se producen en determinada época del año: todas ellas están subordinadas al clima de aquel lugar y aun podria decirse que lo caracterizan; por consiguiente, todo aquello que tienda á mejorarlo, producirá necesariamente sus efectos en el mismo sentido respecto de la salubridad.

El cambio de sitio de los médanos y de las arenas movedizas, que todo lo invaden; los pantanos que se forman con el agua de las lluvias en los pequeños valles ó cañadas, y que se convierten en focos de emanaciones malsanas, todo ha indicado que para mejorar las condiciones climatológicas se deberá comenzar por contener las arenas arrojadas á la orilla, y repoblar y sanear los médanos despues.

Para lograr lo primero empleó Bremontier con muy buen éxito, cerca de Burdeos, fajinas ó tablones fijados á pilotes ó maderos, y colocados paralelamente á la orilla del mar, con la altura conveniente para detener las invasiones de las primeras arenas; y para conseguir lo segundo emprendió con no ménos éxito la repoblacion de las dunas de Burdeos, con plantaciones de pino marítimo; obras que justamente han inmortalizado su nombre.

Una vez que tal sistema ha producido tan excelentes resultados, se ha tratado de imitar, y para poderlo adaptar al clima y necesidades de Veracruz, sólo se discute sobre las especies vegetales que más convengan á aquel lugar, ya que el pino marítimo no ha podido prosperar.

Aconseja el Sr. Hübbe, inspector de las dunas de Keitum, el empleo de la caña de médano, *Arundo arenaria*, para fijar las arenas de la playa.

El Sr. Juan F. Ramos, en un trabajo inédito que sobre este particular escribió, da útiles consejos sobre los mejores métodos de cultivar algunas plantas en los arenales, y es de opinion (aunque confiesa que no conoce el clima de Veracruz) que podria ensayarse la plantacion de varios árboles resinosos y balsámicos, que espontáneamente crecen en la isla de Pinos.

Otros autores que se han ocupado de este mismo asunto, recomiendan para la repoblacion de los médanos de Veracruz diversas plantas de rápido crecimiento, y citan el eucalyptus, el laurel de las Indias, la ceiba y otros varios.

Cuestiones son éstas que no pueden resolverse sin tener á la vista el estudio minucioso del clima y condiciones geológicas de la localidad.

Hé aquí el motivo por que esa Secretaría ha dispuesto acertadamente que ántes de emprender un trabajo serio en ese sentido,

se comience por explorar y estudiar aquella parte de la zona litoral del Golfo.

No es mi ánimo contradecir la opinion autorizada de personas tan competentes en la materia de que se trata, y sólo me limito á exponer la mia, fundándola en los datos que he ido á recoger en la misma localidad.

Los centros de vegetacion no están repartidos al acaso y de una manera caprichosa, como pudiera creerse á primera vista: se observa siempre en su distribucion la obediencia á ciertas leyes inmutables que presiden á la variedad de las especies, y de aquí precisamente se derivan los principios que han servido de cimiento á una nueva ciencia que se llama Geografía Botánica.

Cada especie vegetal tiene una patria determinada, y cuando se propaga no lo hace sino dentro de los límites que la naturaleza inorgánica le fija, y sin quebrantar jamas los vínculos que ligan el organismo vegetal al mundo físico de que está rodeado.

No basta que el suelo adonde una planta se trasporta, contenga en su composicion todos los elementos necesarios para su nutricion: es necesario tambien que el clima por su parte no oponga obstáculo alguno para su perfecto desarrollo.

Y como la determinacion del clima de un lugar es una cuestion complexa que depende de su latitud, de su altura sobre el nivel del mar, de su temperatura, de sus accidentes topográficos, vientos dominantes, etc., etc., cada una de estas circunstancias tiene que influir muy directamente, no sólo en la fisonomía de la vegetacion, sino tambien en la distribucion de las especies.

En comprobacion de lo que acabo de decir, se observa en nuestro país, hácia el lado del Golfo y sobre el 19° paralelo en que Veracruz está situado, la siguiente sucesion de zonas vegetales muy bien marcadas:

Partiendo de la playa con direccion á los Andes mexicanos, la region tropical se eleva hasta los 1,949 metros sobre el nivel del mar.

Desde esta altura hasta los 2,534 metros, se extiende la region forestal de los encinos, y comienza allí mismo la de las coníferas, que se eleva hasta los 3,996 metros sobre el nivel de los mares.

A los 4,515 metros se encuentra generalmente el límite de las nieves perpetuas.

Cierto es que el carácter mixto de formas vegetales, carácter peculiar de las montañas mexicanas, se presenta en la region forestal que reune los encinos á las formas arborescentes del clima tropical. Muy cierto es tambien que en las inmediaciones de Orizaba, á unos 649 metros de altura, los encinos siempre verdes revisten una gran parte de la region montañosa, y se ven confundidos con algunos representantes del laurel y otros pertenecientes á las cycádeas y myrtáceas.

Pero no se podrá señalar otro caso, que el muy raro del Jorullo, en cuyos flancos se ha encontrado el *Pinus oocarpa* á 600 metros de altura, y nunca se ha observado en nuestro país que estas coníferas desciendan hasta las playas.

Mucho llama la atencion ciertamente el caso excepcional que se presenta en Cuba y en Haiti, de que los pinos bajen hasta la region cálida de la costa, y crezcan allí confundidos con la Caoba y los Palmeros; miéntras que en México, no dan un paso fuera de los límites de su zona, y no se les encuentra sino desde los 975 metros de altura sobre el nivel del mar; y no obstante, las especies son tan próximas, que se les habia refundido con el nombre de *Pinus Occidentalis.*

El pino que habita las costas bajas y calientes de Nicaragua, es el mismo que en la isla de "Pinos" es compañero de la Caoba, y el mismo tambien que en México jamas desciende de la altura mencionada. Fenómeno notable, que sólo puede explicarse por los contrastes que por causa del clima se producen entre especies muy próximas.

Hay, en efecto, poca concordancia entre el clima de las costas de Veracruz y el de la isla de Cuba, por más que las latitudes sean poco diferentes; pero como ántes he dicho, la latitud no es el único factor, ni el que más influye en la determinacion de los climas.

De todo lo expuesto, deduzco lo siguiente:

Que la repoblacion de los médanos de Veracruz no puede hacerse por medio de la vegetacion forestal; y que debemos limitarnos á elegir para este objeto las especies más convenientes de la Flora tropical.

De poco tiempo á esta parte, algunos autores, sobre todo los agrónomos alemanes, vienen recomendando las especies de la fa-

milia de las Casuarinas de Australia, como las plantas más adecuadas para repoblar los arenales de las orillas del mar; asegurando que se ha obtenido el éxito más completo en todos los trabajos de este género que con ellas se han emprendido.

Se les llama así, porque los verticilos ó mechones de hojas aciculares que tienen estas plantas en los nudos del tallo, dan una idea del plumaje del Casoar; pero son parecidas por su parte á las que nosotros conocemos vulgarmente con el nombre de "colas de caballo" [*Equisetum*].

No tienen expansiones foliáceas, y la superficie de sus órganos está cubierta de una epidermis densa, rígida é incolora, que sirve para limitar la evaporacion de la sávia. Protegidas así las hojas, al abrigo de las variaciones producidas por el cambio de las estaciones, pueden conservarse mucho tiempo sin necesidad de renovarse por medio de botones; de tal suerte, que miéntras las demas plantas aprovechan la estacion húmeda para retener el agua en sus tejidos y prolongar así el período de su desarrollo, las Casuarinas se estacionan en su crecimiento si la sequedad del Estío las sorprende. Aprovechan la humedad de la lluvia cuando la hay, y continúan creciendo miéntras experimentan su efecto, sin tener necesidad de preparar nuevos botones, porque los órganos antiguos quedan intactos.

Los otros vegetales son de climas periódicos. Las Casuarinas prosperan con la humedad eventual, y segun ésta sea, escasa ó abundante, así se las ve crecer ó estacionarse.

En una palabra, son la expresion más sencilla de una planta que se adapta perfectamente á un clima que exige lento desarrollo y susceptible de ser interrumpido.

Desde luego se echa de ver que por esta circunstancia, quizá pudieran emplearse ventajosamente, y se adaptarian al clima de la zona litoral que nos ocupa.

Yo encontré en la isla de Sacrificios una especie de *arundo* ó caña, el "arundo nitida," cuyo ejemplar puede verse en el Herbario.

Cubre esta gramínea gran parte de la isla, y crece allí espon-

táneamente por supuesto. Su nudosa rizoma, que se propaga de una manera extraordinaria, se extiende formando una red ó malla, la más á propósito para contener y fijar las arenas.

Pues bien, yo aconsejaria que en lugar del "arundo arenaria" que el Sr. Hübbe propone para este objeto, se empleara este otro, que con ménos gastos y más probabilidades de buen éxito, se puede tomar de la misma localidad.

Tambien es mi opinion que una vez contenidas las primeras invasiones de la arena, por medio de fajinas colocadas paralelamente á la orilla del mar, y á unos 40 ó 50 metros de distancia del límite de las aguas, se proceda al plantío de la primera zona vegetal con esta gramínea, que servirá de parapeto y abrigo á la zona siguiente. Las nuevas arenas que salgan del mar para perjudicarlas, serán retenidas por el cordon de fajinas, cuya altura podrá aumentarse si fuere necesario, y con ellas mismas se formará en poco tiempo un valladar, que impedirá á las siguientes salir fuera de la playa, siendo arrastradas al mar por el ímpetu de las olas. Esta lucha continua vendrá á producir necesariamente una modificacion en el perfil del cordon litoral, cada dia más favorable al objeto que uno se propone.

Se formará la segunda zona ó faja, con plantas de vegetacion rastrera y de rápido crecimiento, con las diversas especies de gramíneas que nacen allí espontáneamente, entremezclándolas con sembrados esparcidos á largos trechos, de Mimosas de gruesas espinas y Malváceas del género Sida. Esta zona podrá tener unos 60 metros de ancho.

Dado este primer paso, fácil seria despues proceder á la plantacion de árboles de mayor talla, escogidos entre las especies que son comunes allí, y cuya monografía va detallada en el presente Informe.

Plantada la segunda zona, se plantará la tercera, y así sucesivamente, cuidando de no dejar ningun vacío sensible entre ellas, sino que queden contiguas unas á otras.

Las especies que para este objeto deben preferirse, son, en mi concepto, la forma *Sicomorus* ó Higuera silvestre, el Palo mulato, el Palo colorado, *Guarea ramiflora*, el *Celtis littoralis*, el *Jatropha* y algunas otras tomadas entre las familias de las Cácteas, Cycádeas, Mirtáceas y Amentáceas, que se desarrollarian y crecerian

tanto más rápidamente, cuanto que la naturaleza y clima de aquel suelo les es muy favorable.

Aparte de las inapreciables ventajas que la repoblacion de los médanos produciria, mejorando desde luego las condiciones de salubridad del puerto de Veracruz, se podria tambien, una vez fijadas las arenas, abrir algunos de aquellos terrenos al cultivo, lo cual aumentaria notablemente su valor. Se sabe muy bien que son aptos para todo género de produccion agrícola, sin necesidad de abonos ó correctivos, y sin que sea necesario recurrir al "año y vez" ó á cualquier otro sistema de rotacion. En una palabra, estos ricos terrenos pueden conservar por un largo período de años una fertilidad inagotable; y aun cuando los rendimientos disminuyeran, se tendria en el empleo de los varechs, desechos marinos é inmundicia de la ciudad, un recurso ilimitado.

Presentan todavía otras ventajas: pues segun su composicion mixta, en la que el elemento calcáreo y el arenoso existen en proporcion conveniente, son poco sensibles á las variaciones atmosféricas; su grande profundidad y la frescura del subsuelo, los hacen á propósito para la vegetacion de plantas de raíces largas y pivotantes como la alfalfa y otras, cuyas cosechas alcanzarian el máximum de su rendimiento.

Allí se cultivarian, sin duda con buen éxito, la morera y la vid, la caña de azúcar y el añil, que crecen espontáneamente y en estado silvestre.

Creo, con lo expuesto, haber dejado desempeñada la comision que se me encomendó; y terminaré, deseando vivamente que se ponga en práctica aquella obra, sobre cuyo carácter de utilidad pública y privada no podrá suscitarse duda alguna.

México, Agosto 18 de 1884.

IGNACIO OCHOA VILLAGÓMEZ.

CARTA
de la Bahía y Zona litoral de
VERACRUZ;
formada por el Ingeniero
IGNACIO OCHOA VILLAGOMEZ,
para el estudio de la fijacion de los médanos
inmediatos á aquel puerto
—1884.—
Escala 10 cables 10 Milla marítima
Pª Gorda
Pª Majagua
Bahia de Vergara
Gallegulla
Blanquilla
Anegada de Adentro
Gallega
Ulua
I. Verde
VERACRUZ
Los Hornos
Pájaros
Mª del Perro
Casa-mata
I. Sacrificios
Ferro-carril Mexicano
Mocambo
Boca del Rio
Rio de Jamapa
Laguna Larga
Arrecife de Pelo
Arrecife de Chopos
Blanquilla
Salmedina
Arrecife de Rizo
Anton Lizardo
Laguna redonda
Laguna de Mandinga
Ver.ª 8º E
96º O. Greenwhich

ESTUDIO

DE LAS

MAREAS DEL PUERTO DE VERACRUZ.

En el año de 1881, un miembro del H. Ayuntamiento de la Ciudad pidió á la Corporacion que tomara la iniciativa para proponer al Supremo Gobierno la mejora del fondeadero de Veracruz, cuyos notorios inconvenientes eran, y son todavía, el orígen de graves males que afectan al comercio, y por consiguiente al progreso de toda la region cercana. La época de paz y bienestar que atravesaba entónces el país, era favorable para la realizacion del proyecto; la reclamaba muy urgentemente el interes de conservar su importancia al que ha sido tanto tiempo el primer puerto de la República, amenazado de muerte por muchos de los proyectos de mejoras materiales que en tan gran número producia la actividad renaciente entre nosotros. Los martillazos que comenzaban á darse en la construccion del Ferrocarril Central, despertaron á Veracruz del sueño en que confiadamente durmió tantos años, y la idea de la mejora del fondeadero, como todas las que conducen á la satisfaccion de una necesidad verdadera, fué acogida con entusiasmo. Poco tiempo despues la Secretaría de Fomento extendió una concesion á favor del Ayuntamiento para llevar á cabo las deseadas obras, y éste con diligente apresuramiento contrató con el ilustre ingeniero americano Mr. James B. Eads la redaccion del proyecto correspondiente.

Encargado, como jefe de una comision facultativa, de efectuar los estudios preliminares indispensables para semejante trabajo, levanté un minucioso plano hidrográfico del puerto y sus cercanías, y con objeto de reducir los varios millares de sondeos ejecutados á un solo plano de referencia de nivel, instalé un mareómetro en uno de los fosos de la fortaleza de San Juan de Ulúa, cuyas aguas, en comunicacion con las de la bahía, están perfectamente abrigadas de los fuertes vientos del N. O., que reinan en la localidad durante las estaciones de otoño é invierno.

Las indicaciones del mareómetro se registraron hasta muchos meses despues de terminado el plano aludido, pues habiendo comenzado á recogerlas el 26 de Julio de 1881, se continuaron hora por hora, y sólo durante el dia, hasta el 26 de Enero de 1883, y desde éste, hora por hora tanto durante el dia como durante la noche, hasta el 22 de Mayo del mismo año, en cuya fecha la compañía contratista de los Sres. Buette, Caze et Cie, se hizo cargo de las obras del puerto; suspendidas inmediatamente las observaciones mareométricas, no han vuelto á emprenderse hasta hoy, y el mareómetro, descuidado enteramente, ha desaparecido. Lamento, ya que tengo la oportunidad de hacerlo, el abandono de un estudio iniciado ya y que con tan poco costo pudiera continuarse, tanto más, cuanto que el régimen de las mareas en nuestras costas es muy poco conocido á pesar de su interes; siempre he abrigado la creencia de que nunca deben sacrificarse los estudios puramente científicos para fijarse sólo en aquellos que tienden de una manera exclusiva á la realizacion de una obra material, porque basta un solo caso en que sea aplicable con éxito á cualquier objeto una verdad adquirida por la experiencia, para que queden ampliamente compensados todos los sacrificios expendidos en su adquisicion.

Las observaciones recogidas en veintidos meses, si no rigurosamente suficientes para dar por terminado el estudio de las mareas de Veracruz, sí son bastantes para averiguar la ley general que las rige y hacer posible el establecimiento de un método para predecirlas con aproximacion. Dar á conocer esta ley y este método, es lo que me propongo al escribir la presente Memoria.

Antes de entrar de lleno en el estudio de las mareas, conviene describir ligeramente el fondeadero de Veracruz y sus cercanías. La Ciudad está situada á los 19° 12′ 07″7 de latitud Norte, y á $6^h\ 24^m\ 28^s\ 92$ de longitud al O. de Greenwich (posicion geográfica del faro "Benito Juarez," colocado en el antiguo convento de San Francisco). La playa que limita á la poblacion por el lado del mar, se extiende de N. O. á S. E., en línea casi recta, en una longitud de 3100^{ms}, contada entre la punta de la Caleta al N. y la punta de Hornos al S. Perpendicularmente á la direccion general de la playa, se extiende una especie de herradura irregular de unos 8 kilómetros de longitud y 6 kilómetros de anchura, formada sucesivamente por los arrecifes de Sacrificios, Pájaros, Isla Verde, Anegada de Adentro, Blanquilla, Galleguilla y Gallega, que separados unos de otros por canales intermedios anchos y profundos, no abrigan las aguas del interior de la herradura de la agitacion originada afuera. Cerca de la orilla del mar existen, además, los pequeños arrecifes de la Caleta y de Hornos, y entre éste y el de la Gallega se encuentra el más peligroso y temible de todos, el arrecife de la Lavandera, que á diferencia de los demas que se descubren enteramente durante las más bajas mareas, es siempre invisible, pues sus fondos más altos están á un metro abajo del plano de la más baja mar observada. (Lámina I).

El canal situado entre la costa y el arrecife de la Gallega tiene próximamente media milla de anchura; inmediatamente al S. E. del escollo se encuentra el fondeadero de Veracruz, con profundidad máxima de 15 metros, y cuya posicion revela que debe su ser á la excavacion producida por las aguas al chocar con violencia contra la restinga casi vertical del arrecife. Es accesible por dos canales de 8 á 9 metros de profundidad máxima, y situados uno al N. O. entre los arrecifes de la Gallega y la Caleta, y el otro al N. E. entre el de la Gallega y el de la Lavandera.

Los vientos dominantes en la localidad son los del S. E. en verano, y los del N. O. y N. N. O. en invierno; el más ligero de estos últimos basta para interrumpir la comunicacion entre la Ciudad y el Puerto, que arrasan cuando soplan con violencia, pues el arrecife de la Gallega y la antigua fortaleza de San Juan de Ulúa, construida sobre éste, apénas oponen obstáculo á la marcha de las

olas, cuya direccion es casi la misma que la del canal que constituye el fondeadero.

El fenómeno de las mareas es uno de los más interesantes de la naturaleza y atrae vivamente la atencion del espectador que lo contempla. El movimiento constante de las aguas del mar, que unas veces se elevan como si se hincharan, inundando vastas regiones de terreno, y que otras se deprimen dejando descubiertos maravillosos escollos y playas, poco antes ocultos; la reproduccion periódica de este movimiento cuya amplitud y velocidad varían tanto, y que origina ya la aterradora ola de marea, ya la benéfica onda que hace accesible al marino lugares á los que pocas horas ántes no podía acercar su buque; y por último, la relacion íntima tan perceptible entre estas fluctuaciones y las posiciones relativas del sol y de la luna, producen un sentimiento de asombro en el ánimo del observador, que no sabe si admirar más la fatalidad de las leyes naturales, ó el genio del hombre que ha sabido descubrirlas y utilizarlas.

Si el sol y la luna no tuviesen accion sobre las aguas del mar, éstas tomarian una forma de equilibrio cuya superficie determinaria para cada punto de la tierra un plano de nivel tangente á ella, llamado por Laplace *plano medio de la marea*, y que representaría en tal caso el nivel constante de la mar, cuyas moléculas sólo se agitarian por causas meramente accidentales. Aquella suposicion sólo sirve para definir este plano de referencia, pero las cosas suceden de muy distinta manera. El sol y la luna están allí, y en el Universo todos los cuerpos se atraen en razon directa de sus masas y en razon inversa de los cuadrados de sus distancias, segun la ley de la gravitacion universal descubierta por el gran Newton.

Todos los astros atraen la masa fluida de los mares, pero sólo deben considerarse las acciones del sol y de la luna, porque las de los demas son insignificantes, ya sea por la pequeñez de sus masas ó por la magnitud de sus distancias á la tierra.

Para dar idea de los movimientos originados en las aguas del mar por los influjos del sol y de la luna, supongamos que la tierra

esté cubierta completamente por una capa líquida y que la luna se encuentre en determinado lugar de la órbita que recorre al rededor de su planeta; claro es que las moléculas acuosas situadas en una línea recta supuesta entre los centros de nuestro satélite y el terrestre, por estar más cercanas á aquel, serán atraidas con mayor energía que las demas; la masa líquida de la tierra para conservar su equilibrio afectará en consecuencia la forma de una especie de elipsoide cuyo eje mayor estará dirigido segun la recta que una los centros de los dos astros. Al continuar su movimiento la luna, el elipsoide líquido la seguirá, de tal manera que para un punto cualquiera de la superficie terrestre, las aguas del mar se elevarán cuando aquel astro pase del horizonte al meridiano, se deprimirán cuando la luna descienda de éste hácia aquel, y sus alturas serán máximas ó mínimas, segun que el sátelite se encuentre en el meridiano ó en el horizonte, porque en el primer caso el eje mayor y en el segundo el eje menor del elipsoide líquido pasarán á la menor distancia posible del lugar considerado.

El sol ejerce sobre las aguas del mar una influencia semejante á la de la luna, aunque más pequeña. El ilustre Laplace demostró que estos influjos son directamente proporcionales á las masas de los astros atrayentes é inversamente á los cubos de sus distancias á la tierra, y en tal virtud, aunque la masa solar es mucho mayor que la de la luna, como la distancia de ésta al centro de la tierra es 400 veces menor que la distancia del sol al mismo centro, resulta que la accion lunar es próximamente triple que la solar; esta relacion determinada por Laplace para el puerto de Brest, conviene con cortas diferencias á muchos lugares, donde la han confirmado las observaciones mareométricas recogidas.

Las acciones del sol y de la luna se ejercen simultáneamente, de modo que la marea es teóricamente el resultado de la combinacion de los movimientos originados en las aguas del mar por los dos astros. De esto se deduce inmediatamente, que en las zizigias, cuando la diferencia entre las ascensiones rectas solar y lunar es nula ó igual á 180°, los ejes mayores de los elipsoides pasan al mismo tiempo por el meridiano y los movimientos producidos por las influencias solar y lunar se agregan para producir una marea de amplitud mayor que la que se efectúa en las cuadraturas de la luna, cuando la diferencia entre aquellas ascensiones rectas es

igual á 90°, porque en este caso los ejes de los elipsoides fluidos son próximamente perpendiculares y á la alta mar determinada por uno de ellos corresponde la baja mar del otro, y recíprocamente.

Las consideraciones anteriores tienen sólo por objeto dar una idea general del modo como se originan las mareas; pero los resultados de la teoría expuesta no están perfectamente de acuerdo con las observaciones. En primer lugar, los movimientos producidos en las aguas del mar por el sol y la luna colocados en determinada posicion, no se verifican en el momento mismo, sino cierto número de horas despues de que los astros ocuparon aquella situacion; este retardo, variable para cada puerto, se conoce con el nombre de *edad de la marea*. Además, las *pleamares* ó alturas máximas de las mareas y las *bajamares*, ó sean sus alturas mínimas, no ocurren precisamente en los instantes en que los cuerpos atrayentes tocan respectivamente el meridiano ó el horizonte del lugar considerado, y sólo se manifiestan despues de algun tiempo, cuyo retardo medido en la época equinoccial, cuando la luna se encuentra á su distancia média de la tierra, se llama *establecimiento del puerto*, en los lugares del Océano en que, como verémos más tarde, domina la marea semidiurna; esta cantidad constante para cada punto de la tierra, es variable de un lugar á otro.

Laplace determinó la magnitud de estos retardos para el Puerto de Brest, encontrando la cantidad de 36 horas para el valor de la edad de la marea y la de $4^h\ 40^m$ para el del establecimiento del puerto. Así, en el caso particular de aquella localidad, las mareas de mayor amplitud de cada lunacion, que segun la teoría deberian verificarse en los momentos de las zizigias, no ocurren sino 36 horas despues del instante de la oposicion ó conjuncion de los dos astros influentes, y las pleamares que de acuerdo con la misma teoría, deberian tener lugar en el momento en que el sol y la luna pasan por el meridiano de Brest, no se presentan en realidad sino despues de cierto tiempo, cuyo valor se acerca á $4^h\ 40^m$ y alcanza esta cifra, cuando en la proximidad de un equinoccio, la luna se encuentra á su distancia media de la tierra.

Para dar idea de la diversidad de magnitudes que adquieren los retardos llamados *edad de la marea* y *establecimiento del puerto*, pongo á continuacion una lista de sus valores determinados para varias localidades.

VALORES DEL ESTABLECIMIENTO DEL PUERTO.	
Veracruz. Retardo de la marea semidiurna (segun mis observaciones)	$2^h\ 40^m$
Bayonne	$3^h\ 11^m$
Brest	$4^h\ 40^m$
Zamboanga. (Isla de Mindanao)	$6^h\ 57^m$
Dunkerque	$12^h\ 30^m$
Veracruz. Retardo de la marea diurna (segun mis observaciones)	$20^h\ 24^m$
VALORES DE LA EDAD DE LA MAREA.	
Brest	36^h
Zamboanga	$41^h\ 24^m$
Veracruz (segun mis observaciones)	24^h

Las divergencias mencionadas entre la teoría de las mareas expuesta y las observaciones mareómetricas, dependen de varias causas. En primer lugar, al establecer aquella, se hace abstraccion de los continentes que en realidad ocupan una cuarta parte de la superficie terrestre y en cuyas cercanías las aguas experimentan resistencias opuestas á su movimiento por el fondo del mar y que no se tienen en cuenta; en segundo lugar, la teoría da solamente la forma de equilibrio que tiende á tomar la superficie líquida de la tierra supuesta en reposo, bajo las acciones combinadas del sol y de la luna, cuando en la naturaleza estas acciones obran sobre una masa fluida animada con diversos movimientos, que se combinan con los producidos por las atracciones de los astros y dan por resultante la marea real; por último, la configuracion del lugar que se considera, sus canales, escollos, etc., son otras tantas causas que no puede considerar la teoría, y que indudablemente se oponen á la perfecta concordancia de sus resultados con los hechos naturales.

La marea no es más que una inmensa onda resultante de otras varias, como veremos despues, que á semejanza de las olas, se propaga en la masa de las aguas con muy diversas velocidades y amplitudes, sin hacer avanzar las moléculas líquidas que las componen. En los mares extensos ó abiertos como el Océano, la onda marcha rápidamente con una velocidad que es la del movimiento diurno de la tierra aumentada con la de la luna; al acercarse á los

estrechos, á las costas y en general á cualquier óbice que entorpezca su marcha, decrece su velocidad, que no por esto deja de ser considerable, pues alcanza por ejemplo la cifra de 20^m por segundo en el Canal de la Mancha. La configuracion de aquellos obstáculos influye tambien en la magnitud de la marea; á igualdad de circunstancias, la amplitud de la onda es mucho mayor en una costa perpendicular á su direccion que en otra de diferente rumbo. En la costa francesa del Canal de la Mancha, que se extiende próximamente en la direccion indicada, las mareas son mucho más intensas que en el resto del litoral del mismo pais, al grado de que en Granville, por ejemplo, la amplitud de la onda de marea alcanza á más de 12^m, en tanto que en Cherbourg sólo sube á 5^m60. Mientras más pequeño y cerrado es un mar, menores son las amplitudes de sus mareas; en el Golfo de México, varían de 0^m36 á 1^m00, en el fondo del Adriático apénas ascienden á 1^m, y en Marsella y Argel sólo son de 0^m25.

Laplace, en su inmortal Mecánica Celeste, estudia profundamente el fenómeno de las mareas, y fundándose sólo en la ley de la gravitacion universal, llega á establecer una fórmula general que reasume sus trabajos y que sirve para calcular en cualquier momento dado, la altura de la mar sobre el plano de la marea média, que segun él es constante para cada puerto. En la imposibilidad de referirme punto por punto al admirable estudio de aquel sabio, lo que sería inútil en esta Memoria y la haria demasiado larga, me he limitado á adoptar la fórmula final mencionada y á exponer las consideraciones contenidas en los párrafos anteriores, con el exclusivo objeto de dar una idea del orígen y modo de desarrollo de las mareas.

La fórmula de Laplace es la siguiente: *

$$\alpha\, y = -\frac{(1+3\cos 2\theta)}{8g\,(1-\frac{3}{5\rho})}\left\{\frac{L}{r^3}(1-3\,\mathrm{sen}^2 v) + \right.$$

$$\left. + \frac{L'}{r'^3}(1-3\,\mathrm{sen}^2 v')\right\}$$

$$+ A\left\{\frac{L}{r^3}.\,\mathrm{sen}\,v.\cos v.\cos(n\,t+\omega-\psi-\gamma)+\right.$$

$$\left. + \frac{L'}{r'^3}.\,\mathrm{sen}\,v.'\cos v.'\cos(n\,t+\omega-\psi'-\gamma)\right\}$$

$$+ B\frac{d}{dt}\left\{\frac{L}{r^3}.\,\mathrm{sen}\,v.\cos v.\,\mathrm{sen}\,(n\,t+\omega-\psi-\gamma)+\right.$$

$$\left. + \frac{L'}{r'^3}.\,\mathrm{sen}\,v.'\cos v.'\,\mathrm{sen}\,(n\,t+\omega-\psi'-\gamma)\right\}$$

$$+ P\left\{\frac{L}{r^3}.\cos^2 v.\cos 2\,(n\,t+\omega-\psi-\lambda)+\right.$$

$$\left. + \frac{L'}{r'^3}.\cos^2 v'.\cos 2\,(n\,t+\omega-\psi'-\lambda)\right\}$$

$$+ P.Q.\frac{d}{dt}\left\{\frac{L}{r^3}.\cos^2 v.\,\mathrm{sen}\,2\,(n\,t+\omega-\psi-\lambda)+\right.$$

$$\left. + \frac{L'}{r'^3}.\cos^2 v'.\,\mathrm{sen}\,2\,(n\,t+\omega-\psi'-\lambda)\right\} \quad (I).$$

En la que

$\alpha\, y =$ altura del agua en el momento considerado, sobre el plano medio general de la marea, esto es, sobre el nivel de equilibrio que tomaria la mar si no obrasen sobre ella las acciones del sol y de la luna. Segun Laplace, este plano medio de la marea es constante.

$\theta =$ complemento de la latitud geográfica del lugar.

$g =$ intensidad de la pesantez.

$\rho =$ densidad média de la tierra.

$L, L' =$ masas del sol y de la luna.

* Œuvres de Laplace.—Mécanique céleste. Tome II, pág. 268.

r, r' = distancias del sol y de la luna al centro de la tierra, en el momento que se considera.

v, v' = declinaciones del sol y de la luna, consideradas positivas las boreales, y negativas las australes.

ψ, ψ' = ascensiones rectas del sol y de la luna.

n t = medio movimiento de la tierra.

t = tiempo en el momento que se considera.

ω = longitud del lugar considerado con relacion á un meridiano fijo.

A, B, P, Q, γ, λ, } Constantes que deben determinarse para cada lugar por la observacion de las mareas locales.

λ y γ son lo que hemos llamado retardos de las mareas diurnas y semidiurnas. Para los puertos en que domina la marea semidiurna, el valor que adquiere λ en la época equinoccial cuando la luna está á la distancia média de la tierra, se llama establecimiento del puerto.

Nota. — Las diferenciales deben tomarse suponiendo n t constante, y restando del tiempo t una cantidad T' para los términos multiplicados por A y por B, y una cantidad T'' para los términos multiplicados por P y por Q. Estas dos constantes T' y T,'' que son lo que hemos llamado edad de la marea, deben ser determinadas para cada lugar, así como las seis anteriores, por observaciones locales.

Una vez deducida esta fórmula, Laplace la compara con las observaciones mareométricas, recogidas en el puerto de Brest, por invitacion de la Academia de Ciencias, durante seis de los primeros años del siglo pasado, y por la discusion de los datos adquiridos, determina para aquel puerto los valores siguientes de las constantes $\frac{L}{r^3}$, B y Q de la fórmula (I).

$$\frac{3\,L}{r_m^3} = \frac{L'}{r'^3_m};\ B = O \text{ próximamente};\ Q = O \text{ próximamente}.$$

r_m y r'_m representan las distancias medias del sol y de la luna á la tierra. Además, en Mecánica celeste se demuestra que

$\frac{3\,L}{4\,r_m^3\,g} = 0^m12316$; y como la densidad de la tierra es mucho ma-

yor que la de la mar, el término $\frac{3}{5\rho}$ es muy pequeño con relacion á la unidad y puede despreciarse. Hecho esto, resultará:

$$\frac{1+3\cos 2\theta}{8g\left(1-\frac{3}{5\rho}\right)}\cdot\frac{L}{r_m^3}=\frac{0^m12316\,(1+3\cos 2\theta)}{6}=0^m02052\,(1+3\cos 2\theta)$$

Poniendo en la fórmula (I) $\frac{L\,r_m^3}{r^3\,r_m^3}$ en lugar de $\frac{L}{r^3}$, $\frac{L'\,r'^3_m}{r'^3\,r'^3_m}$ en lugar de $\frac{L'}{r'^3}$, sustituyendo el valor de $\frac{L'}{r'^3_m}$, despreciando los términos multiplicados por B y por Q, haciendo $A\frac{L}{r_m^3}=A'$; $P\frac{L}{r_m^3}=P'$; $\frac{r_m}{r}\,i$; $\frac{r'_m}{r'}=i'$ y teniendo en cuenta, además, que $nt+\omega-\psi$ es igual al ángulo horario del sol en el momento que se considera, ángulo que llamaremos δ, resultará:

$$\alpha\,y=-0^m02052(1+3\cos 2\theta)\Big\{i^3(1-3\,\mathrm{sen}^2 v)+$$

$$+3\,i'^3(1-3\,\mathrm{sen}^2 v')\Big\}$$

$$+A'\Big\{i^3.\,\mathrm{sen}\,v.\cos v.\cos(\delta-\gamma)+$$

$$+3\,i'^3.\,\mathrm{sen}\,v'\cos v'.\cos(\delta+(\psi-\psi')-\gamma)\Big\}$$

$$+P'\Big\{i^3.\cos^2 v.\cos 2(\delta-\lambda)+$$

$$+3\,i'^3.\cos^2 v'.\cos 2(\delta+(\psi-\psi')-\lambda)\Big\}\ (II).$$

En la que

δ = ángulo horario del sol ó sea ángulo que ha descrito por su movimiento diurno, desde su paso por el meridiano del lugar considerado, hasta el momento para el cual se calcula la altura α y de la marea sobre el plano medio.

i = relacion de la distancia média entre el sol y la tierra á su distancia en el momento que se considera.

i' = paralaje de la luna en el momento considerado, dividida por la paralaje media del mismo astro.

NOTA.—Las cantidades v, v', ψ, ψ', i, i' se refieren á un instante que precede al considerado, T' horas para los términos multiplicados por A' y T'' horas para los términos multiplicados por P'

Laplace, por la comparacion de su fórmula (I), con las observaciones mareométricas recogidas en Brest, encuentra, además, que para aquel puerto $A' = 0^m07179$; $P' = 0^m78112$; $\gamma = \lambda$ próximamente $= 4^h24^m$; $T' = T'' = 1^{dia}\,50724 = 36$ horas próximamente.

Como la latitud de Brest es igual á 48° 12′ 42″, resulta

$$\theta = 90° - 48°\ 12'\ 42'' \qquad 2\,\theta = 83°\ 34'\ 36''$$

Sustituyendo estos valores en la fórmula (II), tendrémos que para el puerto de Brest

$$\alpha\, y = -0^m02745 \left\{ i^3\,(1 - 3\,\text{sen}^2\,v) + 3\,i'^3\,(1 - 3\,\text{sen}^2\,v') \right\}$$

$$+ 0^m07179 \left\{ i^3.\ \text{sen}\ v.\ \cos v.\ \cos\,(\delta - 4^h\ 24^m) + \right.$$

$$\left. + 3\,i'^3.\ \text{sen}\ v.'\ \cos v.'\ \cos\,(\delta + (\psi - \psi') - 4^h\ 24^m) \right\}$$

$$+ 0^m78112 \left\{ i^3.\ \cos^2 v.\ \cos 2\,(\delta - 4^h\ 24^m) + \right.$$

$$\left. + 3\,i'^3.\ \cos^2 v.'\ \cos 2\,(\delta + (\psi - \psi') - 4^h\ 24^m) \right\} \text{(III)}.$$

La ecuacion anterior da con suficiente aproximación para Brest, la altura de la mar sobre el plano medio general de la marea, en cualquier momento determinado por su hora verdadera, ó sea por el valor δ del ángulo horario del sol, teniendo cuidado de tomar los datos astronómicos referentes al sol y la luna para 36 horas antes del instante considerado.

Despreciando en la fórmula (III) los términos cuyos coeficien-

tos son 0^m02745 y 0^m07179 por ser bastante pequeños en comparacion del tercer término, tendrémos

$$a\,y = +0^m78112 \left\{ i^3.\cos^2 v.\cos 2\,(\delta - 4^h\,24^m) + \right.$$

$$\left. + 3i'^3.\cos^2 v.'\cos 2\,(\delta + (\psi - \psi') - 4^h\,24^m) \right\} (IV).$$

Veamos cuál es la altura que da la ecuacion anterior para la pleamar de la marea correspondiente á una zizigia equinoccial. En este caso

$$i = 1;\ v = 0;\quad v' = 0;\ i'^3 = \tfrac{41}{40};\ \psi - \psi' = 0^\circ \text{ ó á } 180^\circ.$$

Es claro que la pleamar ocurrirá cuando

$$\cos 2\,(\delta - 4^h\,24^m) = 0$$

y llamando $a\,y_0$ la altura sobre el plano medio á que llegan las aguas en el momento de la pleamar zizigial equinoccial, resulta

$$a\,y_0 = +0^m78112 \left\{ 1 + 3\left(\tfrac{41}{40}\right) \right\} = +0^m78112 \times \tfrac{163}{40}$$

de donde

$$0^m78112 = \frac{a\,y_0 \times 40}{163}$$

Sustituyendo este valor en (III)

$$a\,y = +a\,y_0 \times \tfrac{40}{163} \left\{ i^3.\cos^2 v.\cos 2\,(\delta - 4^h\,24^m) + \right.$$

$$\left. + 3\,i'^3.\cos^2 v.'\cos 2\,(\delta + (\psi - \psi') - 4^h\,24^m) \right\} (V).$$

$a\,y_0$ es la cantidad que Laplace llama *unidad de altura;* representa la mitad de la marea total correspondiente á una zizigia equinoccial.

No debe olvidarse que las fórmulas (IV) y (V) son ménos aproximadas que la (III), pues para establecerlas se despreciaron los dos primeros términos de ésta.

La ecuacion (V) es aplicable solamente al puerto de Brest, porque contiene el valor $4^h\ 24^m$ determinado por las observaciones marcométricas en aquel lugar; si en vez de semejante valor particular se pone el general λ, resulta

$$a\,y = +a\,y_0 \times \frac{40}{163} \Big\{ i^3 . \cos^2 v . \cos 2\,(\delta - \lambda) +$$

$$+ 3\,i'^3 . \cos^2 v' . \cos 2\,(\delta + (\psi - \psi') - \lambda) \Big\} \text{ (VI).}$$

Esta fórmula podrá servir de una manera aproximada para determinar la altura de la marea sobre el plano medio del día en cualquier puerto para el cual los coeficientes B y Q de la fórmula (I) se acerquen á 0 y el coeficiente A' de la ecuacion (II) sea muy pequeño comparado con el coeficiente P', no olvidando tomar los datos astronómicos que contiene referentes al sol y á la luna, para un momento que preceda T'' horas al instante que se considere.

Los valores $a\,y_0$ y T'' se determinarán por la observacion para cada puerto de los que se encuentren en las circunstancias enunciadas en el párrafo anterior.

La marea que ocurre en Brest es el tipo de una clase determinada de mareas que están representadas por la fórmula (VI) y cuyos principales caracteres voy á enumerar, deduciéndolos de la discusion de la misma fórmula.

Discusion de la fórmula [*VI*].

El valor del primer término

$$a\,y_0 \times \frac{40}{163}\, i^3 . \cos^2 v . \cos 2\,(\delta - \lambda) \quad (1)$$

da el valor de la altura á que se eleva el mar en virtud del influjo solar, y representa la ecuacion de una *cosenoide*. Adquiere en el intervalo de un dia, dos valores máximos, dos mínimos y cuatro nulos en los momentos en que δ alcanza los valores siguientes:

$\delta = \lambda + 3^h$ Altura de la mar sobre el plano medio $= 0$
$\delta = \lambda + 9^h$ „ „ „ „ „ „ „ „ $= 0$
$\delta = \lambda + 15^h$ „ „ „ „ „ „ „ „ $= 0$
$\delta = \lambda + 21^h$ „ „ „ „ „ „ „ „ $= 0$

$\delta = \lambda$ Máxima altura de la mar sobre el plano medio $= + \frac{40}{163}\, a\, y_0.\, i^3.\, \cos^2 v.$

$\delta = \lambda + 12^h$ Máxima altura de la mar sobre el plano medio =

$$= \frac{40}{163}\, a\, y_0.\, i^3.\, \cos^2 v.$$

$\delta = \lambda + 6^h$ Mínima altura de la mar sobre el plano medio =

$$= -\frac{40}{163}\, a\, y_0.\, i^3.\, \cos^2 v.$$

$\delta = \lambda + 18^h$ Mínima altura de la mar sobre el plano medio =

$$= -\frac{40}{163}\, a\, y_0.\, i^3.\, \cos^2 v.$$

Alcanzando diariamente la marea solar representada por el término (1) dos máximas y dos mínimas, cuyos intervalos son de 6 horas, claro está que es una ondulacion semidiurna, de la que puede decirse, haciendo abstraccion de las variaciones de los valores v é i en el espacio de 12 horas, que asciende en el momento de la pleamar á una altura sobre el plano medio del dia, igual á la que desciende abajo del mismo plano en el momento de la baja mar perteneciente al mismo dia.

Discutiendo de igual manera el segundo término

$$3 \times a\, y_0 \times \frac{40}{163}\, i'^3.\, \cos^2 v'.\, \cos 2\,(\delta + (\psi - \psi') - \lambda) \quad (2)$$

de la fórmula (VI) se obtienen resultados semejantes. El término (2) es tambien la ecuacion de una cosenoide. Tiene, como aquella, dos máximas y dos mínimas diarias, de modo que la marea lunar que representa es igualmente una ondulacion semidiurna; sus valores máximos, mínimos y nulos, se verifican á las horas siguientes:

$\delta = \lambda + 3^h - (\psi - \psi')$ Altura de la mar sobre el plano medio $= 0$
$\delta = \lambda + 9^h - (\psi - \psi')$ „ „ „ „ „ „ „ „ $= 0$
$\delta = \lambda + 15^h - (\psi - \psi')$ „ „ „ „ „ „ „ „ $= 0$
$\delta = \lambda + 21^h - (\psi - \psi')$ „ „ „ „ „ „ „ „ $= 0$

$\delta = \lambda - (\psi - \psi')$ Máxima altura de la mar sobre el plano medio =

$$= + \frac{40}{163} \times 3\ a\ y_0.\ i'^3.\ \cos^2 v'.$$

$\delta = \lambda + 12^h - (\psi - \psi')$ Máxima altura de la mar sobre el plano

$$\text{medio} = + \frac{40}{163} \times 3\ a\ y_0.\ i'^3.\ \cos^2 v'.$$

$\delta = \lambda + 6^h - (\psi - \psi')$ Mínima altura de la mar respecto del plano

$$\text{medio} = - \frac{40}{163} \times 3\ a\ y_0.\ i'^3.\ \cos^2 v.'$$

$\delta = \lambda + 18^h - (\psi - \psi')$ Mínima altura de la mar respecto del plano

$$\text{medio} = - \frac{40}{163} \times 3\ a\ y_0.\ i'^3.\ \cos^2 v.'$$

Como los cosenos de $(\delta - \lambda)$ ó de $(\delta + (\psi - \psi') - \lambda)$ crecen lentamente cerca de 0° y más rápidamente al aproximarse á 90°, resulta que las alturas de las ondulaciones semidiurnas solar y lunar, variarán con mayor velocidad al acercarse al plano medio de la marea, que al alcanzar sus máximos y mínimos en los momentos de las pleamares y bajamares.

La combinacion de las dos mareas semidiurnas examinadas, produce como resultante una ondulacion semidiurna, que constituye la marea real y que está representada por la fórmula (VI).

Las dos tablas anteriores que dan las horas en que se verifican las máximas y mínimas de los términos (1) y (2), indican que cuando $(\psi - \psi')$ es igual á 0° ó á 180°, las pleamares y bajamares de la marea solar corresponden próximamente á las pleamares y bajamares de la lunar, y que al contrario cuando $(\psi - \psi')$ es igual á 6^h ó á 18^h, las máximas de la marea solar corresponden próximamente á las mínimas de la lunar, y las máximas de ésta, próximamente á las mínimas de aquella. Así pues, en las zizigias, cuando el sol y la luna están en oposicion ó en conjuncion, y que la diferencia de sus ascensiones rectas es nula ó igual á 12^h, la marea resultante producida por los dos astros en aquella posicion y que como se recordará se verifica T'' horas despues, tendrá sus máximas á λ horas y á $12^h + \lambda$ y sus mínimas á $6^h + \lambda$ y á $18^h + \lambda$, alcanzando en tales momentos las siguientes alturas respecto del plano de la marea média:

Pleamar á λ horas. Altura de la mar respecto del plano medio

$$= + \frac{40}{163} \times a\, y_0 \left\{ i^3 . \cos^2 v + 3\, i'^3 . \cos^2 v' \right\} \text{(VII)}$$

Pleamar á $12^h + \lambda$ horas. Altura de la mar respecto del plano medio

$$= + \frac{40}{163} \times a\, y_0 \left\{ i^3 . \cos^2 v + 3\, i'^3 . \cos^2 v' \right\}$$

Bajamar á $6^h + \lambda$ horas. Altura de la mar respecto del plano medio

$$= - \frac{40}{163} \times a\, y_0 \left\{ i^3 . \cos^2 v + 3\, i'^3 . \cos^2 v' \right\}$$

Bajamar á $18^h + \lambda$ horas. Altura de la mar respecto del plano medio

$$= - \frac{40}{163} \times a\, y_0 \left\{ i^3 . \cos^2 v + 3\, i'^3 . \cos^2 v' \right\}$$

Llamando *amplitud de la marea* la distancia vertical recorrida por las aguas del mar desde el momento de una bajamar hasta el de la pleamar siguiente, resulta que la amplitud de la marea semidiurna correspondiente á una zizigia, es igual á

$$\frac{80}{163} \times a\, y_0 \left\{ i^3 . \cos^2 v + 3\, i'^3 . \cos^2 v' \right\} \text{(VIII)}$$

Es obvio que en las ondulaciones semidiurnas correspondientes á las cuadraturas de la luna, cuando la diferencia $(\psi - \psi')$ es igual á 6^h ó á 18^h, las amplitudes adquirirán menor magnitud que en las marcas zizigiales, puesto que en estas oscilaciones equivalen á la suma de los términos

$$\frac{80}{163} . a\, y_0 . i^3 . \cos^2 v$$

$$\frac{3 \times 80}{163}\, a\, y_0 . i'^3 . \cos^2 v'$$

y en aquellas están representadas por la diferencia de los mismos términos.

Así, en cada lunacion, la amplitud de la marea semidiurna mengua desde la zizigia en que tiene su máxima, hasta la cuadratura

siguiente en que alcanza su mínima, y crece desde ésta hasta la zizigia posterior, en que llega nuevamente á su máxima.

Las amplitudes de las mareas semidiurnas zizigiales, representadas por la fórmula (VIII), varían de una lunacion á otra. Adquieren una magnitud máxima en la época de los equinoccios, cuando siendo nulas las declinaciones del sol y de la luna, ésta se halla en su perigeo, y al contrario, descienden á un valor mínimo en la época de los solsticios, cuando v y v' alcanzan sus valores máximos y la luna se encuentra en el apogeo.

Las amplitudes de las mareas semidiurnas de cuadratura, representadas por la diferencia de los dos términos que componen la fórmula (VIII), varían tambien de un mes á otro. En las cuadraturas equinocciales, la declinacion de la luna se acerca á su valor máximo, y el coseno de esta cantidad á su mínimo, de lo que resulta, que en tal época, los dos términos mencionados difieren poco, y la amplitud es mínima; en las cuadraturas solsticiales, la declinacion de la luna se acerca á 0°, la diferencia de los dos términos de (VIII) es máxima, y máxima por consiguiente la amplitud de la marea.

Para determinar la hora de la pleamar de las mareas semidiurnas, en un dia cualquiera, basta diferenciar el tercer término de la fórmula (II), igualar á 0 la diferencial, obtener por ella el valor de $(\delta - \lambda)$ y sustituirlo en el mismo tercer término de la ecuacion (II), hecho lo cual, resulta:

$$M = p + \lambda + \frac{1}{30} \text{arc. tang} \left\{ \frac{\text{sen } 2(\psi - \psi')}{3 \frac{h'^3 H^3}{H'^3 h^3} \cdot \cos^2 v' + \cos 2(\psi - \psi')} \right\} \quad \text{(IX)}$$

en la que

M = hora verdadera de la pleamar.

p = hora del paso de la luna por el meridiano del lugar considerado.

H, H' = semidiámetros aparentes del sol y de la luna en sus distancias médias á la tierra.

h, h' semidiámetros aparentes del sol y de la luna en el momento que se considera.

Laplace en su Mecánica Celeste deduce de la teoría respectiva, las relaciones entre las variaciones que de un dia á otro adquieren

las amplitudes y horas de las mareas equinocciales y solsticiales; los resultados teóricos que obtiene están perfectamente de acuerdo con las observaciones mareométricas ejecutadas en Brest, *que confirman así bajo todos puntos de vista*, dice el sabio citado, *la ley de la gravitacion universal.* *

La demostracion de las leyes de estas variaciones haria demasiado larga esta Memoria; para evitarlo me limitaré solamente á trascribirlas al hacer el resúmen de los caracteres de las mareas semidiurnas.

Segun la teoría de Laplace, si el sol y la luna no ejerciesen ninguna accion sobre las aguas del mar, éstas afectarian un nivel *constante*, que yo llamo para mayor claridad, *plano medio general de las mareas* y al cual se refieren las alturas de las aguas, deducidas de las fórmulas (I) á (III). Como el primer término

$$-0^{m}02052\,(1+3\cos 2\theta)\left\{ i^{3}(1-3\,\mathrm{sen}^{2}\,v)+ \right.$$
$$\left. +3i'^{3}(1-3\,\mathrm{sen}^{2}\,v')\right\} \quad (3)$$

de la fórmula (II) es independiente del ángulo horario δ del sol, afecta igualmente á todas las alturas de la mar, dadas para las diversas horas del dia, por los otros dos términos de la misma fórmula; el término (3) indica por consiguiente la variacion que con respecto al plano medio general, ocurre de un dia á otro en el plano medio de la marea del dia, esto es, en el plano á que se refieren los otros términos de las fórmulas (I) á (III) que están en funcion de δ. Esta variacion es bastante pequeña, como puede verse por el término que la representa.

Reasumiendo las propiedades de las mareas semidiurnas deducidas de la discusion de la fórmula (VI) y las demostradas por Laplace, resulta:

1º Las ondulaciones de la mar en el puerto de Brest, son el tipo de cierta clase de mareas, cuyo carácter principal consiste en su periodicidad semidiurna.

2º En esta clase de movimiento de las aguas, ocurren diariamente dos pleamares ó máximas y dos bajamares ó mínimas.

* Œuvres de Laplace.—Tome II.—pag. 338.

3º La mar oscila arriba y abajo de un plano de nivel constante, llamado *plano medio general de la marea.*

El plano medio de la marea de un dia, en determinado lugar de la tierra, oscila en muy pequeño espacio arriba ó abajo del plano medio general, segun que la latitud correspondiente sea mayor ó menor que 45°.

4º En la pleamar de un dia cualquiera, las aguas se elevan sobre el plano medio de la marea del dia, próximamente tanto como descienden abajo del mismo plano en el momento de la bajamar.

5º En cada lunacion, las amplitudes de las mareas adquieren sus máximas en las correspondientes á las zizigias y sus mínimas en las correspondientes á las cuadraturas.

6º Las amplitudes de las mareas zizigiales, adquieren sus máximas en las épocas equinocciales cuando la luna está en el perigeo y sus mínimas en las solsticiales cuando la luna se encuentra en el apogeo.

7º Las amplitudes de las mareas de cuadratura adquieren sus máximas en las solsticiales y sus mínimas en las equinocciales.

8º La diminucion de las mareas partiendo de las zizigias equinocciales, es á la diminucion correspondiente partiendo de las zizigias solsticiales, como 13 : 8.

9º El crecimiento de las mareas partiendo de las cuadraturas equinocciales, es al crecimiento correspondiente partiendo de las cuadraturas solsticiales, como 2 : 1.

10º La altura de las mareas totales, en su máximum hácia las zizigias equinocciales, es á la altura correspondiente hácia las zizigias solsticiales, próximamente como el cuadrado del radio es al cuadrado del coseno de la declinacion de los astros hácia los solsticios.

11º El exceso de la altura de las mareas totales hacia las cuadraturas solsticiales, sobre la altura correspondiente hácia las cuadraturas equinocciales, es igual al exceso de altura de las mareas totales hácia las zizigias equinocciales, sobre la altura correspondiente hácia las zizigias solsticiales.

12º La influencia de la luna sobre las mareas, crece proporcionalmente al cubo de su paralaje.

13º El retardo de las mareas de un dia á otro, es próximamente dos veces menor hácia las zizigias que hácia las cuadraturas; es

próximamente de 27 minutos en el primer caso y de 55 minutos en el segundo.

14º El retardo de las mareas, es mayor hácia las zizigias solsticiales que hácia las equinocciales, en la relacion de 8 á 7; hácia las cuadraturas equinocciales es mayor que hácia las solsticiales, en la relacion de 13 á 9.

15º La distancia de la luna á la tierra influye sobre el retardo de las mareas; un minuto de crecimiento en el semidiámetro aparente de la luna, da 251 segundos de crecimiento en este retardo hácia las zizigias, y 90 segundos solamente hácia las cuadraturas.

Los resultados obtenidos por Laplace para la marea semidiurna de Brest y las análogas á ella, no están rigurosamente conformes con los hechos observados en diversos puntos del litoral francés, donde domina aquella especie de ondulaciones. Mr. Chazallon, ingeniero hidrógrafo que se ha ocupado extensamente del asunto y recogido innumerables datos mareométricos, señala en un informe á la Academia de Ciencias de Paris, diversas anomalías que no indica la teoría de Laplace. Véase lo que resulta de los estudios de aquel observador:

1º El nivel medio no es constante; en Goury, cerca del cabo de la Hogue, varía 0^m70 próximamente.

2º Las mareas no están en una relacion constante con las de Brest; en Dieppe, esta relacion varia de 1.3 á 1.8.

3º La diferencia entre las horas de las pleamares de dos puertos, no es siempre igual á la diferencia de los establecimientos de estos puertos.

4º La ley que rige la elevacion y descenso del mar, se separa mucho algunas veces de la teoría de Laplace; así, la duracion del *flujo*, léjos de ser igual á la del *reflujo*, varía algunas veces hasta $2^h\ 15^m$.

5º La expresion analítica dada por Laplace para calcular las alturas de las aguas, es incompleta, porque además de las ondulaciones que constituyen su fórmula, existen otras que producen mareas considerables, cuya suma se eleva en algunos puertos hasta la cuarta parte de la marea semidiurna.

6º Estas ondulaciones, sospechadas por Savary, tienen un período de $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{10}$ de dia.

Completando la fórmula de Laplace con estas ondulaciones, se representan con gran exactitud, segun Mr. Chazallon, los movimientos de la mar en todos los puertos donde ha recogido observaciones mareométricas.

Gran número de autores, al ocuparse de la cuestion de las mareas, se limitan á asentar como resultado de la teoría de Laplace, una fórmula semejante á la (VI), sin mencionar siquiera la ecuacion general (I). Aquella fórmula de la marea semidiurna conviene muy aproximadamente, como acabamos de ver, á los puertos en que domina esa clase de ondulaciones; pero su aplicacion extendida sin ningun criterio á todos los mares del globo, conduce á los mayores absurdos.

Cuando comencé á observar las mareas de Veracruz, me sorprendió mucho la inmensa diferencia que presentaban sus caracteres principales con los de las ondulaciones semidiurnas, consideradas frecuentemente como tipo de todas las mareas terrestres. En las zizigias equinocciales, cuando yo esperaba ondulaciones de gran amplitud relativa, no se verificaban sino mareas muy escasas, y al contrario, en las cuadraturas equinocciales, cuando debian ocurrir las mareas mínimas, sólo aparecia en el trascurso de veinticuatro horas una ondulacion de mucha mayor amplitud que la observada en las zizigias de la misma época; el mareómetro señalaba, ya la existencia de dos oscilaciones diarias, ya la de una sola; las máximas mareas de cada lunacion no se presentaban siempre en las cercanías de las zizigias; el plano medio no era constante; y por último, en las zizigias solsticiales ocurrian inesperadamente las más amplias ondulaciones del año. Anomalías semejantes presentaban las horas de las pleamares y bajamares; en las épocas *primaveral* y *estival*, comprendidas desde el equinoccio de primavera hasta el de otoño, las bajamares de las ondulaciones diurnas ocurrian siempre en las tardes, en tanto que en las *autumnal* é *invernal*, comprendidas desde el equinoccio de otoño hasta el de primavera, las bajamares semejantes se presentaban

siempre en las mañanas; las pleamares de las mareas diurnas, que en las dos primeras épocas se efectuaban en las mañanas, aparecian en las tardes durante las otras dos. Todas estas irregularidades aparentes confirmaban hasta cierto punto los únicos datos conocidos entónces respecto de este asunto, y contenidos en una nota inscrita en el plano hidrográfico de los fondeaderos de Veracruz y Anton Lizardo, levantado en los meses de Abril y Mayo de 1839 por algunos oficiales de la Armada francesa. Aquella nota dice textualmente: "Sólo existe una marea en el trascurso de 24 horas. "Su movimiento es muy irregular. Hácia las zizigias de estío, las "bajamares se verifican entre las tres de la tarde y las siete de la "noche, en tanto que las pleamares ocurren en la mañana entre "siete y nueve. En invierno, al contrario, las bajamares se verifi-"can en la mañana. En las cuadraturas, las mínimas y máximas "de la marea ocurren próximamente hácia el mediodia y la me-"dianoche. La mayor diferencia observada en el nivel de las "aguas, ha sido de nueve decímetros."

Segun adelantaban mis observaciones, más perceptibles se me hacian las relaciones entre los diversos aspectos de las mareas y las posiciones relativas del sol y de la luna, hasta que al fin descubrí, que las mareas semidiurnas ocurrian en los dias cercanos á aquellos en que la declinacion de la luna era nula y que las diurnas se presentaban cuando la misma declinacion se acercaba á su máximum. Este resultado me condujo á suponer que la marea de Veracruz era la resultante de dos ondulaciones, semidiurna la una y semejante á la del puerto de Brest, diurna la otra y capaz de adquirir muy diversas amplitudes, para que nulificándose en ciertos casos dejase predominar á las oscilaciones semidiurnas, y ampliándose mucho en otros, dominase á su vez y envolviese, por decirlo así, á la marea semidiurna. Establecida esta hipótesis, nada más natural que ensayar la fórmula (II), cuyo tercer término, por estar en funcion de los senos de v y de v', crece desde el valor nulo que adquiere cuando v y v' son iguales á 0, esto es, hácia las zizigias equinocciales, hasta su valor máximo que alcanza cuando v y v' son máximos, es decir, hácia las zizigias solsticiales. En consecuencia, comparé detenidamente los resultados de aquella ecuacion con los de las observaciones, y despues de determinar las constantes que contiene y de hacer numerosas

comprobaciones, me convencí de que, con excepcion del movimiento del plano medio, bastante perceptible en las aguas de Veracruz, las mareas de esta localidad están representadas muy aproximadamente por una fórmula semejante á la citada.

El hecho de ser aplicable en Veracruz la ecuacion (II), indica claramente que en este puerto, como en el de Brest, son insignificantes las magnitudes de los coeficientes B y G de la ecuacion general (I), así como muy aproximada la igualdad $\frac{3L}{r_m^3} = \frac{L'}{r'^3_m}$, pues solamente con tales valores es posible la trasformacion de la fórmula (I) en la (II).

Antes de determinar los valores que adquieren, en el caso que me ocupa, las constantes contenidas en esta ecuacion, voy á discutirla para deducir de ella los caracteres principales de la ondulacion que representa.

Siendo variable en Veracruz el nivel del plano medio, he reducido todas las alturas mareométricas recogidas, á un plano de nivel fijo que coincide con la más baja mar obtenida en los primeros meses de mis observaciones. Este plano, que llamaré en adelante *plano inferior de referencia*, y al cual están referidos todos los sondeos del plano hidrográfico mencionado en los primeros párrafos de esta Memoria, se encuentra situado á 2^m abajo del piso, al extremo del eje longitudinal del muelle fiscal, ó bien á 4^m abajo de la línea de nivel marcada en una placa niquelada, que se encuentra embutida en la muralla de mar hácia la prolongacion de la calle de Arista, ó bien á 5^m abajo de la línea de nivel trazada en las placas de mármol colocadas en casi todas las esquinas de la ciudad.

Llamando e la altura del plano de la marea média de cualquier dia sobre el plano inferior de referencia de mis observaciones, e' la altura sobre el mismo, del plano general de la marea média que Laplace supone invariable y al cual se relacionan las alturas dadas por la fórmula (II), y por último, $a\,y'$ las alturas de la mar en cualquier momento, tambien referidas á aquel plano, resulta que la ecuacion (II) se trasforma en la siguiente:

$$a\,y' = e + A' \left\{ i^3 . \text{ sen v. cos v. cos } (\delta - \gamma) + \right.$$

$$\left. + 3i'^3 . \text{ sen v'. cos v'. cos } (\delta + (\psi - \psi') - \gamma) \right\}$$

$$+ P' \left\{ i^3 . \cos^2 \text{ v. cos } 2\,(\delta - \lambda) + \right.$$

$$\left. + 3i'^3 . \cos^2 \text{ v'. cos } 2\,(\delta + (\psi - \psi') - \lambda) \right\} \text{(X.)}$$

El término

$$A' \, i^3 . \text{ sen v. cos v. cos } (\delta - \gamma) \text{ (a)}$$

de la fórmula anterior, es la ecuacion de una cosenoide que sólo adquiere en el trascurso de un dia una máxima y una mínima, por lo que la oscilacion correspondiente, originada por el influjo solar, es una ondulacion diurna. Durante las épocas primaveral y estival, en que *sen v* es positivo, la pleamar se verifica cuando $\delta = \gamma$ y la bajamar cuando $\delta = 12^h - \gamma$; en las épocas autumnal e invernal, en que *sen v* es negativo, la pleamar ocurre cuando $\delta = 12^h . - \gamma$ y la bajamar cuando $\delta = \gamma$.

La amplitud de la ondulacion solar se nulifica en los equinoccios, cuando sen $v = 0$; adquiere sus máximas en los solsticios, cuando *sen v* alcanza sus mayores valores, y particularmente en el solsticio de estío, en que i^3. *sen v. cos v* llega á su magnitud máxima.

El término

$$3A' \, i'^3 . \text{ sen v'. cos v'. cos } (\delta + (\psi - \psi') - \gamma) \text{ (b.)}$$

es tambien la ecuacion de una cosenoide y la marea lunar que representa es igualmente una ondulacion *diurna*. Cuando es boreal la declinacion de la luna, *sen v'* es positivo y la pleamar se verifica en el momento en que $\delta = \gamma - (\psi - \psi')$, ocurriendo la bajamar cuando $\delta = 12^h + \gamma - (\psi - \psi')$; si la declinacion es austral, *sen v'* es negativo y entónces la pleamar tiene lugar cuando

$$\delta = 12^h + \gamma - (\psi - \psi')$$

y la bajamar cuando

$$\delta = \gamma - (\psi - \psi')$$

La amplitud de la ondulacion diurna lunar, decrece cuando la luna se acerca al plano del ecuador y se nulifica cuando corresponde á

$$v' = 0,$$

lo que se verifica hácia las cuadraturas solsticiales y las zizigias equinocciales; su máxima ocurre cuando la declinacion lunar alcanza su valor máximo, esto es, hácia las cuadraturas equinocciales y las zizigias solsticiales.

La marea representada por la suma de los términos (a) y (b), es por consiguiente una ondulacion diurna resultante de la combinacion de otras dos, una de las cuales es originada por la accion solar y la otra por la influencia lunar. Las máximas y mínimas de estas dos, ocurren al mismo tiempo en las zizigias, cuando

$$(\psi - \psi') = 0^h \text{ ó } = 12^h.$$

En las zizigias de las épocas primaveral y estival, cuando la declinacion de la luna es positiva, las máximas y mínimas de la oscilacion solar corresponden á las pleamares y bajamares de la lunar, de modo que la amplitud de la marea diurna resultante, es la suma de las amplitudes de las dos componentes; en las zizigias de la misma época, cuando la declinacion de la luna es negativa, las máximas de la ondulacion solar corresponden á las bajamares de la lunar y recíprocamente, lo que origina que la amplitud de la resultante sea la diferencia de las amplitudes de las dos oscilaciones que la forman. Lo mismo sucede en las zizigias de las épocas autumnal é invernal; cuando las declinaciones del sol y de la luna tienen el mismo signo, las máximas y mínimas de las mareas diurnas, solar y lunar, se verifican en el mismo momento y cuando aquellas declinaciones son de signos contrarios, á las máximas y mínimas de una ondulacion, corresponden las mínimas y máximas de la otra.

Las horas de las pleamares y bajamares de la marea resultante diurna, varían con el valor relativo y el signo de las declinaciones

solar y lunar; no teniendo aplicacion práctica su conocimiento, es inútil que me detenga detallándolas.

Se deduce de todo lo expuesto, que la ondulacion representada por la fórmula (X), es el resultado de la combinacion de las cuatro siguientes, cuyos caracteres principales se han expuesto anteriormente:

1º Una ondulacion diurna originada por la accion del sol.

2º Una ondulacion diurna originada por el influjo lunar.

3º Una ondulacion semidiurna solar.

4º Una ondulacion semidiurna lunar.

Si el coeficiente P' es mucho mayor que A', dominan siempre las oscilaciones semidiurnas, como en el caso de la marea de Brest.

Si, al contrario, el coeficiente A' es mucho mayor que P', domina la ondulacion diurna cuando la declinacion lunar se acerca á sus máximos, en cuyas épocas sólo ocurre una marea durante el dia; la amplitud de aquella oscilacion decrece cuando la luna se acerca al ecuador, y en este caso prevalece la otra, y se verifican dos mareas diarias. Esta clase de ondulaciones, semejantes á las de Veracruz, presentan caracteres muy diferentes de los peculiares á las exclusivamente semidiurnas y constituyen una nueva clase de mareas.

Determinemos ahora, por el estudio de las observaciones mareométricas recogidas, los valores que adquieren en Veracruz el término e y las constantes P', λ, A', γ, T' y T".

Como la marea real resulta de la combinacion de otras cuatro, parece muy difícil separar en ella la parte producida por cada una de las ondulaciones componentes; pero si se atiende á que hácia las zizigias equinocciales, hay un momento en que siendo nula la declinacion de la luna, la del sol se acerca tambien á 0, en cuyo instante la ondulacion diurna lunar se nulifica y es insignificante la solar, se comprenderá que es posible aislarlas en tales casos, pues que en la marea originada por aquella posicion de los dos astros, se presentarán exclusivamente las ondulaciones semidiurnas, que pueden aprovecharse en esos momentos para determinar las constantes T" y P' que sólo á ellas se refieren.

Durante mis observaciones hubo once dias en las condiciones mencionadas. Estos dias fueron: 8 y 22 de Setiembre de 1881; 5 y 18 de Marzo de 1882; 1º de Abril de 1882; 12 y 25 de Setiembre de 1882; 9 de Octubre de 1882; 9 y 22 de Marzo de 1883, y 5 de Abril de 1883. Estudiando las curvas marcométricas en las cercanías de estos dias, se ve que hácia las 24 horas despues del momento de cada uno de ellos, en que es nula la declinacion lunar, una de las dos mareas semidiurnas del dia se presenta con notable regularidad, y este hecho me ha conducido á admitir que la edad T'' de la marea semidiurna, es igual próximamente á 24 horas.

Puesto que en los dias que satisfacen á las condiciones expresadas, v' es nulo y v muy pequeño, podemos admitir, sin cometer gran error, que la fórmula que representa las mareas correspondientes, se reduce al primero y tercer términos de la ecuacion (X).

$$\alpha y'' = e + P' \Big\{ i^3 . \cos^2 v . \cos 2 (\delta - \lambda) +$$

$$+ 3i'^3 . \cos^2 v' . \cos 2 \Big((\delta - \lambda) + (\psi - \psi') \Big) \Big\} =$$

$$= e + P' \Big\{ \cos 2 (\delta - \lambda) (i^3 . \cos^2 v + 3i'^3 . \cos^2 v' . \cos 2 (\psi - \psi') -$$

$$- \operatorname{sen} 2 (\delta - \lambda) \Big(3i'^3 . \cos^2 v' . \operatorname{sen} 2 (\psi - \psi') \Big) \Big\} \quad (XI)$$

Para determinar las máximas de esta ecuacion, igualemos á 0 su primer coeficiente diferencial obtenido con la suposicion de que sólo δ es variable, lo que equivale á despreciar las pequeñas variaciones, que en el trascurso de un dia adquieren las cantidades e, i, i', sen v y sen v'

$$\frac{d (\alpha y'')}{d t} = i^3 . \cos^2 v . \operatorname{sen} 2 (\delta - \lambda) +$$

$$+ 3i'^3 . \cos^2 v' . \cos 2 \Big((\delta - \lambda) + (\psi - \psi') \Big) = 0$$

de donde

$$\text{tang. } 2 (\delta - \lambda) = - \frac{3i'^3 . \cos^2 v' . \operatorname{sen} 2 (\psi - \psi')}{i^3 . \cos^2 v + 3i'^3 . \cos^2 v' . \cos 2 (\psi - \psi')} \quad (XII)$$

Sustituyendo en la ecuacion (XI) el valor de $(\delta - \lambda)$ dado por la anterior, se obtiene la altura de la pleamar correspondiente sobre el plano inferior de referencia, y restando el valor de e, resulta la altura de la pleamar sobre el plano medio de la marea del dia.

$$\left.\begin{array}{l}\text{Altura de la pleamar sobre el}\\ \text{plano medio de la marea del dia:}\end{array}\right\} =$$

$$P' \sqrt{9i'^6 . \cos^4 v' + i^6 . \cos^4 v + 6i^3 . i'^3 . \cos^2 v . \cos^2 v' . \cos 2 (\psi - \psi')}$$

Duplicando este valor tendrémos la amplitud a'' de la marea, y despejando á P', resultará

$$P' = \frac{a''}{2\sqrt{9i'^6 . \cos^4 v' + i^6 . \cos^4 v + 6i^3 . i'^3 . \cos^2 v . \cos^2 v' . \cos 2 (\psi - \psi')}}$$

En los dias que consideramos ocurre que $i = 1$ próximamente, y $v' = 0$; sustituyendo estos valores en la ecuacion anterior, resulta la siguiente, que sólo es aplicable para tales dias.

$$P' = \frac{a''}{\sqrt{9i'^3 + \cos^4 v + 6i'^3 . \cos^2 v . \cos 2 (\psi - \psi')}} \quad \text{(XIII)}$$

Esta fórmula sirve para calcular los valores de la constante P', en funcion de la amplitud observada en la marea semidiurna y de los datos relativos á las posiciones del sol y de la luna que la determinaron. Comparando dicha ecuacion con las observaciones mareométricas correspondientes á los dias señalados en la página 30, he calculado los valores de P' que constan en la siguiente tabla.

TABLA DE LOS VALORES DE P'.

FECHAS.	v'=	v =	Amplitud de la marea 24 horas despues.	Valores calculados para P'.
8 de Setiembre de 1881.	0°	+5°36′	0^m38	0^m04105
22 ,, ,, ,, ,,	0°	+0°12′	0^m31	0^m03956
5 de Marzo de 1882.....	0°	—6°01′	0^m19	0^m02687
18 ,, ,, ,, ,,	0°	—0°48′	0^m27	0^m02991
1º ,, Abril ,, ,,	0°	+4°40′	0^m18	0^m02729
12 de Setiembre de 1882.	0°	+4°05′	0^m32	0^m04603
25 ,, ,, ,, ,,	0°	—1°13′	0^m44	0^m04833
9 de Octubre ,, ,,	0°	—6°37′	0^m30	0^m04729
9 de Marzo de 1883.....	0°	—4°33′	0^m24	0^m02648
22 ,, ,, ,, ,,	0°	+0°42′	0^m20	0^m02895
5 de Abril ,, ,,	0°	+6°07′	0^m27	0^m03151

Resulta de esta tabla, que hácia el equinoccio de primavera, P' adquiere un valor diferente del que alcanza hácia el equinoccio de otoño. Para la primera época, el promedio de las magnitudes de esa constante da

$$P' = 0^m0285$$

y para la segunda

$$P' = 0^m04445$$

Ignoro la causa de esta diferencia, siendo así que las posiciones del sol y de la luna son iguales en las dos épocas.

Como la diferencia entre las dos cifras anteriores es solamente de 0^m016, cantidad insignificante en la práctica, adoptaré como valor definitivo de P'

$$P' = 0^m0355$$

que apénas difiere del promedio de aquellos.

Calculemos ahora la magnitud de la constante λ, para lo que nos valdrémos de la ecuacion [XII]

$$\text{tang. } 2\,(\delta - \lambda) = -\frac{3i'^3 . \cos^2 v' . \text{sen } 2\,(\psi - \psi')}{i^3 . \cos^2 v + 3i'^3 . \cos^2 v' . \cos 2\,(\psi - \psi')}$$

En los dias que consideramos, ocurre que $i = 1$ próximamente y $v' = 0$; además, podemos suponer que en ellos, $v = 0$ porque el error que se cometa con esa suposicion es insignificante en la práctica. Sustituyendo estos valores en la ecuacion anterior, resulta que para aquellos dias

$$\text{tang. } 2\,(\delta - \lambda) = -\frac{\text{sen } 2\,(\psi - \psi')}{\frac{1}{3i'^3} + \cos 2\,(\psi - \psi')}$$

y despejando á λ para obtener su valor en horas

$$\lambda = \delta + \tfrac{1}{30} \text{ arc. tang.} \left(\frac{\text{sen } 2\,(\psi - \psi')}{\frac{1}{3i'^3} + \cos 2\,(\psi - \psi')} \right) \text{(XIV)}$$

De los once dias mencionados antes, solamente los siete de la tabla siguiente son útiles para determinar la constante λ, pues las pleamares correspondiente á los demás, ocurrieron á deshoras de las observaciones.

TABLA DE LOS VALORES DE λ

FECHAS.	Horas verdaderas de la pleamar ocurrida 24 horas despues. $\delta =$	Valores de λ
8 de Setiembre de 1881.	$2^h 57^m$	$2^h 32^m$
22 „ „ „ „	1 52	2 15
5 „ Marzo „ 1882.	2 49	2 26
25 „ Setiembre „ „	3 09	3 27
9 „ Marzo „ 1883.	2 50	3 08
22 „ „ „ „	1 54	2 41
5 „ Abril „ „	0 28	2 10

El promedio de los valores de λ, da el siguiente, que adoptaré como definitivo para esa constante.

$$\lambda = 2^h 40^m = 40° 00' 00''.$$

Sustituyendo en la ecuacion (XI) las magnitudes encontradas para P' y λ, resulta.

$$a\,y'' = e + 0^{m}0355 \left\{ i^{3}.\cos^{2} v.\cos 2\,(\delta - 2^{h}\,40^{m}) + \right.$$

$$\left. + 3\,i'^{3}.\cos^{2} v'.\cos 2\,(\delta + (\psi - \psi') - 2^{h}\,40^{m}) \right\} \text{(XV.)}$$

Esta fórmula servirá para calcular las alturas que adquiere la mar en Veracruz, en virtud exclusivamente de las ondulaciones semidiurnas.

Procedamos ahora á investigar qué magnitudes adquieren en Veracruz las constantes T', A' y γ, pertenecientes á la ecuacion que expresa las ondulaciones diurnas originadas por los influjos del sol y de la luna.

La época más propicia para obtener el valor de T', es hácia las zizigias solsticiales, cuando las ondas diurnas adquieren su amplitud máxima. Examinando mis observaciones, he deducido que el valor T' es próximamente igual á T'', y por consiguiente á 24 horas.

El estudio de la marea diurna y la determinacion de sus constantes, es bastante difícil, porque las ondulaciones semidiurnas se combinan con ella y jamas se presenta sola. Para aislarla, es preciso, por decirlo así, resolver el problema de determinar los cuatro sumandos desconocidos de una suma conocida. El conocimiento de una relacion entre $\frac{L}{r^{3}_{m}}$ y $\frac{L'}{r'^{3}_{m}}$ permite reducir á dos el número de estos sumandos; la circunstancia de nulificarse uno de ellos en ciertos casos, hace posible la determinacion del otro. Reducido á esto el problema, su resolucion teórica es fácil; basta restar de la suma conocida el sumando conocido, para obtener el desconocido. Así lo hice con éxito completo.

Con las escalas de $0^{m}005$ por hora para la horizontal, y $0^{m}10$ por metro para la vertical, dibujé las curvas mareográficas obtenidas por las observaciones, y cuyas alturas están contadas, como he dicho ya, sobre el plano inferior de referencia. Trazadas estas curvas de la marea resultante, calculé por medio de la ecuacion (XV) las de las mareas semidiurnas correspondientes á los mismos dias; pero como ya sabia que la altura e del plano medio es

variable, é ignoraba la ley de su movimiento, me limité á emplear los otros dos términos de aquella fórmula, haciendo abstraccion del término e, y obtuve así las curvas de las ondas semidiurnas referidas á su plano medio, y no al inferior de referencia. Afortunadamente, el término e no influye sobre la amplitud y hora de las mareas semidiurnas representadas por (XV), de manera que su supresion no fué inconveniente para mi objeto. Teniendo las ondulaciones semidiurnas referidas á su plano medio, cuya altura era desconocida para mí, nada más natural que suponer para cada dia á este plano medio, confundido con el de la marea observada correspondiente; no fué posible hacerlo así, porque las mareas de Veracruz afectan una forma muy irregular, y la determinacion de su plano medio no es una cosa que pueda obtenerse fácilmente con sólo la inspeccion de la curva respectiva. Para evitar dificultades, tomé el plano inferior de referencia como plano medio de las mareas semidiurnas, y con respecto á él, tracé las curvas cuyas alturas habia calculado por los dos últimos términos de (XV).

Dibujadas las curvas de las mareas resultantes observadas, y abajo de ellas las correspondientes á las ondulaciones semidiurnas, deduje por diferencia la forma que debia tener la otra onda componente, para que combinándose con la semidiurna produjese la observada; la tarea, aunque dilatada, fué fácil, porque bastó para determinar aquella forma, sumar ó restar á cada una de las alturas de la marea resultante observada, la correspondiente de la curva semidiurna, segun que ésta se encontraba en el momento considerado, abajo ó arriba del plano inferior de referencia, que le habia escogido como plano medio.

El resultado de este laborioso trabajo, fué convencerme de que la ondulacion deducida era una marea diurna, cuya amplitud variaba conforme al término relativo de la fórmula de Laplace. Demostrado este hecho, y aisladas las ondas diurnas, determiné las constantes de la fórmula que las representa. Voy á dar una idea del método seguido con este objeto.

Tomemos el segundo término.

$$A' \left\{ i^3 . \operatorname{sen} v . \cos v . \cos (\delta - \gamma) \right.$$
$$\left. + 3\, i'^3 . \operatorname{sen} v' . \cos v' . \cos \left(\delta + (\psi - \psi') - \gamma \right) \right\} \quad \text{(XVI)}$$

de la ecuacion (X).

Igualando á 0 el primer coeficiente diferencial de aquel término y despejando á $(\delta - \gamma)$, resulta

$$\text{tang}\,(\delta - \gamma) = -\frac{3\,i'^3 . \text{sen}\,2\,v' . \text{sen}\,(\psi - \psi')}{i^3 . \text{sen}\,2\,v + 3\,i'^3 . \text{sen}\,2\,v' . \cos\,(\psi - \psi')}$$

Siguiendo un procedimiento semejante al usado anteriormente para determinar la constante P', y llamando a' la amplitud de la ondulacion diurna, se obtiene

$$A' = \frac{a'}{2\sqrt{9\,i'^6 . \text{sen}^2\,2\,v' . + i^6 . \text{sen}^2\,2\,v + 6\,i^3 i'^3 . \text{sen}\,2\,v . \text{sen}\,2\,v' . \cos\,(\psi - \psi')}}$$

La aplicacion de esta fórmula á los dias de mis observaciones, en que siendo máxima la declinacion de la luna, fué posible anotar la amplitud de la marea, da por resultado los valores de A' que aparecen en la tabla siguiente, al lado de aquellas fechas.

TABLA DE LOS VALORES DE A'.

FECHAS.	Amplitud de la marea diurna deducida para 24 horas despues.	Valores calculados para A'.
Enero 1 de 1882.	0^m72	0^m27458
„ 16 de „	0^m87	0^m31486
Febrero 3 de 1883.	0^m79	0^m35290
Marzo 2 „ „	0^m55	0^m30083
„ 15 „ „	0^m68	0^m34905
„ 29 „ „	0^m58	0^m32637
Abril 11 „ „	0^m73	0^m33319
„ 26 „ „	0^m65	0^m31868
Mayo 8 „ „	0^m79	0^m30604

He adoptado como definitivo el siguiente valor de A', que difiere muy poco del promedio de los nueve de la tabla.

$$A' = 0^m3195.$$

Para determinar el valor de la constante γ, se despejará esta variable de la fórmula que da la expresion $(\delta - \gamma)$.

$$\gamma = \delta + \frac{1}{15} \text{ arc. tang} \left(\frac{\text{sen}\,(\psi - \psi')}{\frac{i^3 . \text{sen}\,2\,v}{3\,i'^3 . \text{sen}\,2\,v'} + \cos\,(\psi - \psi')} \right)$$

Es obvio que en la ecuacion anterior, δ representa la hora verdadera de un máximum, ya sea una pleamar, ya una bajamar. En cada caso de aplicacion de la fórmula, es necesario recurrir al signo del segundo coeficiente diferencial de (XVI), para decidir si en tal caso, debe adoptarse para δ la hora observada en el momento de la máxima ó bien la obtenida en el de la mínima de la marea diurna. Tomando esta precaucion, se han calculado los valores de γ que aparecen en la siguiente tabla.

TABLA DE LOS VALORES DE γ

FECHAS.	Horas verdaderas de las máximas ó mínimas de la marea diurna, ocurrida 24 horas despues.	VALORES DE γ
Enero 1 de 1882.	$19^h 0^m$ bajamar.	$20^h 24^m$
„ 16 de „	$19^h 0^m$ „	$21^h 04^m$
„ 6 de 1883.	$19^h 0^m$ „	$20^h 23^m$
Febrero 3 de „	$18^h 0^m$ „	$21^h 01^m$
„ 15 „ „	$17^h 0^m$ „	$20^h 54^m$
Marzo 2 „ „	$16^h 0^m$ „	$21^h 04^m$
„ 15 „ „	$1^h 0^m$ pleamar.	$19^h 12^m$
„ 29 „ „	$0^h 0^m$ „	$19^h 32^m$
Abril 11 „ „	$23^h 0^m$ „	$19^h 26^m$
„ 26 „ „	$0^h 0^m$ „	$21^h 32^m$
Mayo 8 „ „	$22^h 0^m$ „	$20^h 11^m$

He adoptado como definitivo el siguiente valor de γ, que apénas difiere del promedio de los once de la tabla.

$$\gamma = 20^h\,24^m = 306^\circ\,00'\,00''$$

Sustituyendo en la ecuacion (X) los valores encontrados para las constantes, resulta

$$a\,y' = e + 0^m\,3195 \Big\{ i.^3 \operatorname{sen} v. \cos v. \cos(\delta - 20^h\,24^m)$$

$$+ 3\,i'^3. \operatorname{sen} v.' \cos v.' \cos(\delta + (\psi - \psi') - 20^h\,24^m) \Big\}$$

$$+ 0^m\,0355 \Big\{ i.^3 \cos^2 v. \cos 2(\delta - 2^h\,40^m)$$

$$+ 3\,i'^3. \cos^2 v'. \cos 2(\delta + (\psi - \psi') - 2^h\,40^m) \Big\} \text{(XVII)}$$

Puede verse que $0^m\,3195 = 9 \times 0^m 0355$. Además, como una variacion de 16 minutos en la hora de la marca semidiurna, apénas origina en las circunstancias más desfavorables, un error de $0^m 015$ en la altura de la mar dada por la fórmula anterior, puede sustituirse $(\delta - 2^h\,24^m)$ en lugar del arco $(\delta - 2^h\,40^m)$. Por otra parte, como

$$\delta - 20^h\,24^m = \delta - (18^h + 2^h\,24^m)$$

resulta.

$$\cos(\delta - 20^h\,24^m) = -\operatorname{sen}(\delta - 2^h\,24^m)$$

$$\cos(\delta + (\psi - \psi') - 20^h\,24^m) = -\operatorname{sen}(\delta + (\psi - \psi') - 2^h\,24^m.)$$

Introduciendo estas modificaciones en la ecuacion (XVII), se obtiene

$$a\,y' = e + 0^m.\,0355 \Big\{ i^3. \cos^2 v. \cos 2(\delta - 2^h\,24^m)$$

$$+ 3\,i'^3. \cos^2 v'. \cos 2(\delta + (\psi - \psi') - 2^h\,24^m)$$

$$- 9\,i^3. \operatorname{sen} v. \cos v. \operatorname{sen}(\delta - 2^h\,24^m)$$

$$- 27\,i'^3. \operatorname{sen} v'. \cos v'. \operatorname{sen}(\delta + (\psi - \psi') - 2^h\,24^m) \Big\} \text{(XVIII)}$$

Esta fórmula da para cualquier momento, la altura de la mar en Veracruz sobre el plano inferior de referencia.

La ecuacion (XVIII), supone conocida la altura e del plano de la marca media del dia, sobre el plano inferior de referencia.

Los datos astronómicos referentes á las posiciones del sol y de la luna, deben tomarse para 24^h ántes del momento que se considera.

Tiempo es ya de tratar detenidamente de las variaciones de nivel del plano medio de la marea en Veracruz, tantas veces mencionadas en el curso de esta Memoria.

Segun la teoría de Laplace, el nivel del plano medio general de la marea, determinado por la superficie de equilibrio que tomarian las aguas del mar si el sol y la luna no las atrajesen, es invariable, pero el plano medio de la marea de un dia, se separa de aquel una cantidad representada por el primer término

$$-0^{m}.02052\,(1+3\cos 2\theta)\left\{i^{3}(1-3\,\mathrm{sen}^{2}\,v)+3\,i'^{3}(1-3\,\mathrm{sen}^{2}\,v')\right\}$$

de la fórmula (II), siendo esta separacion hacia arriba ó hacia abajo, según que la latitud geográfica del lugar considerado, es menor ó mayor que 45°.

El coeficiente constante del término anterior, adquiere en Veracruz el valor

$$+\,0^{m}\,0277$$

y en consecuencia, la magnitud máxima que el repetido término alcanza hácia las zizigias equinocciales, será próximamente de

$$+\,0^{m}\,086.$$

Como durante mis observaciones mareométricas, han ocurrido variaciones hasta de $0^{m}50$ entre las alturas de los planos medios de las mareas correspondientes á diversos dias, y estas oscilaciones se han verificado tanto hácia arriba como hácia abajo del nivel que debe ocupar el plano medio general, he deducido que el primer término de la ecuacion (II) es insuficiente para expresar aquellas variaciones, y que en Veracruz los hechos no confirman la fórmula de Laplace, en la parte referente al nivel del plano medio. Como se recordará, cosa análoga sucede en los puertos á que se contraen las notas citadas de Mr. Chazallon.

Siendo relativamente corto el número de observaciones mareométricas recogidas en la localidad, no me ha sido posible establecer una fórmula que dé aproximadamente para cualquier tiempo, la altura del plano medio de la marea del dia sobre el inferior

de referencia. Me he limitado á sustituir el primer término de la ecuacion (II) con la cantidad variable e, y á determinar esta altura para las épocas en que su variacion es más sensible, por medio de promedios obtenidos con las observadas.

En virtud de la forma irregular que adquieren las ondulaciones de la mar en Veracruz, se hace bastante difícil la determinacion del plano medio correspondiente á la marea observada de un día. En efecto, ocurre con frecuencia, que por la disposicion particular de las ondas componentes, aparecen en la forma de la marea resultante dos oscilaciones de muy diversa duracion y amplitud, y en tales casos, no es posible siquiera el recurso de determinar aquel plano por la division en dos partes iguales de la amplitud de la marea, pues como puede verse por la ecuacion (XVIII), las alturas de las pleamares sobre el plano medio á que se refieren los dos últimos términos de aquella fórmula, no son iguales á las alturas de las bajamares abajo del mismo plano. Estas y otras semejantes dificultades, me han obligado á recurrir al artificio descrito en el siguiente párrafo, para fijar en cada caso la altura del plano medio de la marea del dia, sobre el plano inferior de referencia. No es inútil recordar que llamo plano medio de la marea del dia, aquel al cual se refieren los términos en funcion de δ de la fórmula (XVIII), y con cuya altura e deben sumarse ó restarse aquellos términos, para determinar hora por hora las alturas que adquieren las aguas sobre el plano inferior de referencia.

Supongo que se quiere determinar el plano medio correspondiente á la marea observada en cierto dia, cuya curva mareográfica se ha dibujado con relacion al plano inferior de referencia. Haciendo en la fórmula (XVIII) $e = 0$, no se alterará en nada ni la forma ni la amplitud de la marea que representa, y calculando para cada hora los demas términos de la ecuacion, se obtendrá una serie de alturas con relacion al plano medio de la marea del dia; pero como la posicion de este plano es desconocida, se trazará la curva determinada por aquellas alturas, suponiendo que su plano medio se confunde con el inferior de referencia; dibujándola en el mismo papel en que se ha trazado la ondulacion observada en la misma fecha, se tendrán dos curvas semejantes en forma y amplitud, pero situadas á diversas alturas, puesto que el plano medio de una es el desconocido, en tanto que el de la otra es el

inferior de referencia. Hecho esto, bastará medir qué altura necesita subir la curva inferior hasta confundirse con la superior, para determinar el valor respectivo de *e*. Aplicando este procedimiento, cuando ha sido necesario, á mis observaciones, he formado tablas de los valores de *e*, para estudiar la relacion entre sus diferencias y las posiciones correspondientes del sol y de la luna. De estas tablas he deducido las siguientes leyes empíricas.

1.ª El plano medio de la marea del dia, alcanza alturas máximas en las ondulaciones correspondientes á los momentos en que la declinacion lunar es igual á 0. Cuanto más se acercan estos momentos al del perigeo de la luna, mayores son las máximas respectivas.

2.ª Para dos valores iguales de la declinacion de la luna, la altura del plano medio es mayor cuando las declinaciones de los dos astros atrayentes son del mismo signo, que cuando son de signo contrario.

Valiéndome de los promedios de las alturas observadas del plano medio, he formado la siguiente tabla que da su valor aproximado para cualquiera época del año. Las correspondientes á los dias que no aparezcan en la tabla, se obtienen por interpolacion entre las inscritas en ella.

TABLA DE LOS VALORES APROXIMADOS DE *e*.

MESES DEL AÑO.	Para v' = 0, en el caso en que la paralaje lunar sea mayor que 0°57'30"	Para v' = 0, en el caso en que la paralaje lunar sea menor que 0°57'30"	Para los dias en que v' adquiere sus valores máximos.	
			Cuando v y v' son del mismo signo.	Cuando v y v' son de signo contrario.
	$e =$	$e =$	$e =$	$e =$
Enero, Junio, Julio y Diciembre.....	0^m62	0^m48	0^m45	0^m40
Febrero, Mayo, Agosto y Noviembre.....	0^m50	0^m50	0^m50	0^m45
Marzo, Abril, Setiembre y Octubre..	0^m68	0^m64	0^m64	0^m62

Todo lo que se refiere en esta Memoria al plano medio de la marea de Veracruz, es solamente aproximado. El número de mis datos mareométricos es insuficiente para determinar la ley de sus variaciones, y esto impide la prediccion exacta del valor de e para cualquiera época. Usando las magnitudes de la tabla anterior, puede cometerse errores hasta de 15 centímetros.

Los valores de e varían no solamente con las posiciones del sol y de la luna, sino tambien con la presion atmosférica. Mr. Daussy ha deducido de gran número de observaciones, que una variacion de 1 milímetro en la altura del barómetro, produce una diferencia inversa de 14.7 milímetros en la altura de la mar.

Para la prediccion de las mareas, es tan necesario el conocimiento del valor de e, como el de la amplitud y forma de la ondulacion correspondiente, porque no tiene gran utilidad conocer éstas, si se ignora á qué altura subirán las aguas en el momento de la pleamar y hasta dónde descenderán en la bajamar. A causa de la inconstancia del nivel del plano medio, ocurre algunas veces en Veracruz que la pleamar de un dia se acerca al plano de las más altas mareas observadas, en tanto que la bajamar de otro dia se verifica en la proximidad de las más bajas observadas, á pesar de que en ambos dias las mareas correspondientes alcanzan amplitudes próximamente iguales y relativamente pequeñas. Si en tales casos sólo se conociera esta amplitud y no la posicion del plano medio, seria imposible predecir, ni siquiera aproximadamente, las alturas de las aguas en los momentos de las máximas y mínimas de la marea.

El conocimiento de los valores exactos de e, exige una larga serie de observaciones mareométricas horarias, combinadas con observaciones barométricas simultáneas; cuando esto se haga, se podrá determinar con precision su magnitud para cada caso, y tal vez encontrar la ley que liga los movimientos del plano medio con las posiciones relativas de los dos astros que originan las mareas.

Con objeto de describir los caracteres generales de las mareas de Veracruz, voy á discutir la ecuacion (XVIII) que las representa, comenzando por considerar separadamente sus cuatro términos.

$$+0^{m}0355.\ i^{3}.\ \cos^{2} v.\ \cos 2\ (\delta - 2^{h}\,24^{m}) \quad (c)$$

$$-9 \times 0^{m}0355.\ i^{3}.\ \text{sen}\ v.\ \cos v.\ \text{sen}\ (\delta - 2^{h}\,24^{m}) \quad (d)$$

$$+3 \times 0^{m}0355.\ i'^{3}.\ \cos^{2} v'.\ \cos 2\ (\delta + (\psi - \psi') - 2^{h}\,24^{m}) \quad (e)$$

$$-27 \times 0^{m}0355.\ i'^{3}.\ \text{sen}\ v'.\ \cos v'.\ \text{sen}\ (\delta + (\psi - \psi') - 2^{h}\,24^{m}) \quad (f)$$

Los términos (c) y (d) se refieren á las ondulaciones producidas por la accion solar. La magnitud del primero es insignificante en toda época, pues varía entre la máxima $0^{m}036$ que adquiere en los equinoccios, y la mínima $0^{m}029$ que alcanza en el solsticio de estío. El valor del segundo término (d) se nulifica en los equinoccios y llega á su máximo de $0^{m}123$ en el solsticio de invierno. Así, los términos (c) y (d) sólo producen el efecto de aumentar ó disminuir en unos cuantos centímetros las alturas dadas por los términos (e) y (f), por lo que la forma de la marea indicada por éstos, prevalecerá en general en la ondulacion resultante, y únicamente hácia las cuadraturas solsticiales en que se nulifica (f), tendrán influencia los términos (c) y (d) para afectar aquella forma y hacer que el aspecto de la curva de la ondulacion resultante sea diferente del de la marea representada por (e) y (f). Bastará en consecuencia discutir estos dos términos, para deducir los caracteres principales de las mareas de Veracruz, en todas las épocas del año que no sean las de las cuadraturas solsticiales.

La tabla (VI) que aparece al final de esta Memoria, da para cualquiera hora del año, la magnitud de la suma de los términos (c) y (d), esto es, el valor de la elevacion ó depresion de las aguas del mar en virtud del influjo del sol; sumando las cantidades de aquella tabla, con las obtenidas para un instante correspondiente por el cálculo de los términos (e) y (f), se obtendrá la altura total representada por los cuatro últimos términos de la fórmula (XVIII).

Consideremos la ecuacion

$$3 \times 0^{m}.\ 0355 \left\{ i'^{3}.\ \cos^{2} v'.\ \cos 2\ (\delta + (\psi - \psi') - 2^{h}\,24^{m}) \right.$$

$$\left. -9\, i'^{3}.\ \text{sen}\ v'.\ \cos v'.\ \text{sen}\ (\delta + (\psi - \psi') - 2^{h}\,24^{m}) \right\} (g)$$

que representa la ondulacion resultante de las ondas semidiurna y diurna lunares. Como son pequeñas las variaciones que adquieren las cantidades i' y v' en el trascurso de un dia, puede diferenciarse la fórmula anterior en la suposicion de que δ es la única variable; haciéndolo así, é igualando á 0 el primer coeficiente diferencial, resulta

$$-2\,i'^{3}.\cos^{2}v'.\operatorname{sen}2\,(\delta+(\psi-\psi')-2^{h}\,24^{m})$$

$$=9\,i'^{3}.\operatorname{sen}v'.\cos v'.\cos(\delta+(\psi-\psi')-2^{h}\,24^{m})$$

Satisfacen á esta ecuacion los valores

$$\delta+(\psi-\psi')-2^{h}\,24^{m}=6^{h}. \qquad \text{(h)}$$

$$\delta+(\psi-\psi')-2^{h}\,24^{m}=18^{h}. \qquad \text{(i)}$$

$$\operatorname{Sen}(\delta+(\psi-\psi')-2^{h}\,24^{m})=-\tfrac{9}{4}\operatorname{tang}v' \quad \text{(j)}$$

$$\operatorname{Sen}(\delta+(\psi-\psi')-14^{h}\,24^{m})=\tfrac{9}{4}\operatorname{tang}v' \quad \text{(k)}$$

lo que quiere decir que los máximum de (g) se verifican cuando

$$\delta=8^{h}\,24^{m}-(\psi-\psi')$$

$$\delta=20^{h}\,24^{m}-(\psi-\psi')$$

$$\delta=2^{h}\,24^{m}-(\psi-\psi')+\operatorname{arc\,sen}(-\tfrac{9}{4}\operatorname{tang}v')$$

$$\delta=14^{h}\,24^{m}-(\psi-\psi')+\operatorname{arc\,sen}(\tfrac{9}{4}\operatorname{tang}v')$$

Para investigar cuáles de estos valores corresponden á las máximas y cuáles á las mínimas, es necesario obtener el segundo coeficiente diferencial de (g)

$$-4\,i'^{3}.\cos^{2}v'.\cos 2\,(\delta+(\psi-\psi')-2^{h}\,24^{m})$$

$$+9\,i'^{3}.\operatorname{sen}v'.\cos v'.\operatorname{sen}(\delta+(\psi-\psi')-2^{h}\,24^{m})$$

Sustituyendo en éste los valores (h), (i), (j) y (k), resulta

$$+4\,i'^{3}.\cos^{2}v'+9\,i'^{3}.\operatorname{sen}v'.\cos v' \quad \text{(l)} \quad \text{para } \delta=8^{h}\,24^{m}-(\psi-\psi')$$

$$+4\,i'^{3}.\cos^{2}v'-9\,i'^{3}.\operatorname{sen}v'.\cos v' \quad \text{(m)} \quad \text{para } \delta=20^{h}\,24^{m}-(\psi-\psi')$$

$$-4\,i'^3 . \cos^2 v' + \tfrac{81}{4}\, i'^3 . \operatorname{sen}^2 v' \quad (n) \quad \text{para } \delta = 2^h\, 24^m - (\psi - \psi')$$

$$+ \operatorname{arc\,sen} \left(-\tfrac{9}{4} \operatorname{tang} v'\right)$$

$$-4\,i'^3 . \cos^2 v' + \tfrac{81}{4}\, i'^3 . \operatorname{sen}^2 v' \quad (o) \quad \text{para } \delta = 14^h\, 24^m - (\psi - \psi')$$

$$+ \operatorname{arc\,sen} \left(\tfrac{9}{4} \operatorname{tang} v'\right)$$

Los valores

$$4\,i'^3 . \cos^2 v' \quad \text{y} \quad 9\,i'^3 . \operatorname{sen} v' . \cos v'$$

que componen el término (m), serán iguales cuando

$$\operatorname{tang} v' = \tfrac{4}{9}$$

es decir, en el caso en que

$$v' = 23^\circ\, 57'\, 45''$$

Igualmente, los dos valores

$$4\,i'^3 . \cos^2 v' \quad \text{y} \quad \tfrac{81}{4}\, i'^3 . \operatorname{sen}^2 v'$$

serán iguales si

$$\operatorname{tang} v' = \tfrac{4}{9}$$

es decir, cuando

$$v' = 23^\circ\, 57'\, 45''$$

En este caso, el término arc sen $(\pm \frac{9}{4} \text{ tang. } v')$ será igual á arc sen (± 1); al aumentar el valor de v', $\frac{9}{4}$ tang v' resultará mayor que la unidad, y como no es posible que un seno adquiera semejante magnitud, se deduce que las horas

$$\delta = 2^h\, 24^m - (\psi - \psi') + \operatorname{arc\,sen} \left(-\tfrac{9}{4} \text{ tang. } v'\right) \quad \text{y}$$

$$\delta = 14^h\, 24^m - (\psi - \psi') + \operatorname{arc\,sen} \left(\tfrac{9}{4} \text{ tang. } v'\right)$$

sólo representarán las horas verdaderas de una máxima ó mínima cuando

$$v' < \text{ó} = 23^\circ\, 57'\, 45''$$

Así pues, si v' es positiva y $< 23° 57' 45''$

El término (l) corresponde á una *mínima.*

„ „ (m) „ „ „ *mínima.*

„ „ (n) „ „ „ *máxima.*

„ „ (o) „ „ „ *máxima.*

Cuando v' es positiva y $> 23° 57' 45''$

El término (l) corresponde á una *mínima.*

„ „ (m) „ „ „ *máxima.*

Cuando v' es negativa y está comprendida entre 0° y — 23°57'45''

El término (l) corresponde á una *mínima.*

„ „ (m) „ „ „ *mínima.*

„ „ (n) „ „ „ *máxima.*

„ „ (o) „ „ „ *máxima.*

Cuando v' es negativa y pasa de — 23° 57' 45''

El término (l) corresponde á una *máxima.*

„ „ (m) „ „ „ *mínima.*

Sustituyendo en (g) los valores de δ que determinan las máximas y mínimas de aquella fórmula, resultarán las alturas con respecto al plano medio, de las pleamares y bajamares correspondientes; efectuando esta sustitucion y haciendo

$$A'' = 3 \times 0^{m}0355\ i'^{3}$$

$$B'' = 9 \text{ sen } v'.\ \cos v' + \cos^{2} v'$$

$$C'' = 9 \text{ sen } v'.\ \cos v' - \cos^{2} v'$$

$$D'' = 1 + 9 \text{ sen}^{2} v'$$

$$T = \tfrac{1}{15} \text{ arc sen } (\tfrac{9}{4} \text{ tang } v')$$

se obtendrán los valores que aparecen en la tabla siguiente, repetida al final de esta Memoria.

	Declinaciones lunares. $v' =$	Horas de las pleamares.	Alturas de la marea con respecto al plano medio, en los momentos de las pleamares.	Horas de las bajamares.	Alturas de la marea con respecto al plano medio, en los momentos de las bajamares.
Declinaciones lunares nulas.....	$v' = 0°00'$.....	$2^h\,40^m - (\psi - \psi')$	$+ A''$		
		$14^h\,40^m - (\psi - \psi')$	$+ A''$		
				$8^h\,40^m - (\psi - \psi')$	$- A''$
				$20^h\,40^m - (\psi - \psi')$	$- A''$
Declinaciones lunares positivas..	$v' > 0$ y $< 24°\,15'\,40''$...	$2^h\,24^m - (\psi - \psi') - T$	$+ A''\,D''$		
		$14^h\,24^m - (\psi - \psi') + T$	$+ A''\,D''$		
				$8^h\,24^m - (\psi - \psi')$	$- A''\,B''$
				$20^h\,24^m - (\psi - \psi')$	$+ A''\,C''$
	$v' > 24°\,15'\,40''$	$20^h\,24^m - (\psi - \psi')$	$+ A''\,C''$		
				$8^h\,24^m - (\psi - \psi')$	$- A''\,B''$
Declinaciones lunares negativas.	v' de $0°00'$ á $-24°15'40''$...	$2^h\,24^m - (\psi - \psi') + T$	$- A''\,D''$		
		$14^h\,24^m - (\psi - \psi') - T$	$+ A''\,D''$		
				$8^h\,24^m - (\psi - \psi')$	$+ A''\,C''$
				$20^h\,24^m - (\psi - \psi')$	$- A''\,B''$
	v' de $-24°15'40''$ en adelante.....	$8^h\,24^m - (\psi - \psi')$	$- A''\,C''$		
				$20^h\,24^m - (\psi - \psi')$	$+ A''\,C''$

Adjuntas á esta tabla se encuentran otras que dan los valores de A", B", C", D" y T.

Consideremos los caracteres que afectan, en la época equinoccial, las mareas lunares representadas por la ecuacion (g).

Hácia las *zizigias equinocciales*, v' es igual á 0, y en tal caso, (g) se reduce á su primer término é indica *una marea semidiurna de unos* $0^m.20$ *de amplitud, cuyas pleamares se verifican á* $2^h\,24^m$ *y á* $14^h\,24^m$ *próximamente, y cuyas bajamares ocurren á* $8^h\,24^m$ *y á* $20^h\,24^m$ *próximamente.* (Lámina II. Fig. 1.)

A partir de una *zizigia equinoccial*, la amplitud de la marea semidiurna de la mañana disminuye de dia en dia, en tanto que aumenta la de la ondulacion semidiurna de la tarde; la hora de la bajamar de ésta, avanza la misma cantidad que avanza la diferencia ($\psi - \psi'$). Al acercarse á las cuadraturas, la marea, que cerca de las zizigias presentaba distintamente dos oscilaciones diarias, no indica ya más que una.

Hácia las *cuadraturas equinocciales*, v' llega á su máximo y entónces se presenta *una marea diurna, cuya bajamar se verifica hácia* $14^h\,24^m$*; al acercarse á la alta mar correspondiente, las aguas fluctúan ligeramente durante algun tiempo, en un corto espacio vertical. En este intervalo se verifican las dos pleamares y la bajamar intermedia indicadas por la ecuacion* (g)*; pero la amplitud de la fluctuacion es tan pequeña, que en realidad puede considerarse como una alta mar prolongada durante aquel tiempo. La amplitud total de la marea es el triple ó más, de la correspondiente á la marea semidiurna ocurrida hácia las zizigias de la misma época.* (Fig. 2.)

Partiendo de las *cuadraturas equinocciales*, la fluctuacion de pequeña amplitud que ocurre en éstas, comienza á crecer, en tanto que disminuye al mismo tiempo la amplitud considerable de la otra ondulacion; las mareas semidiurnas comienzan á aparecer distintamente, con intensidades muy diversas, que poco á poco se igualan hasta que en la zizigia siguiente se reproducen los fenómenos descritos ántes.

Estas ondulaciones semidiurnas de amplitudes muy diferentes, se conocen en Veracruz con el nombre de *Mareas quebradas.* Las gentes de mar de la localidad, que no conocen las leyes que las rigen, las consideran como anómalas é irregulares. En esta Memoria se prueba que esta suposicion es errónea: la irregularidad

de semejantes oscilaciones es sólo aparente, pues tanto ellas como las muy regulares de otras épocas, obedecen á una sola ley expresada por la fórmula (XVIII).

Para deducir los caracteres de las mareas de Veracruz en las épocas solsticiales, es necesario tener en cuenta el término (d) que adquiere entónces su máxima y contribuye á modificar la forma de la onda representada por (g).

Hácia las *cuadraturas solsticiales*, $v' = 0$; las ondulaciones representadas por (d) y (e) se combinan para producir la marea, que en estas épocas, es *una marea semidiurna, cuyas dos oscilaciones difieren mucho en amplitud. Las bajamares ocurren próximamente á* $2^h\,24^m$ *y á* $14^h\,24^m$*; las pleamares se verifican á* $8^h\,24^m$ *y á* $20^h\,24^m$, *próximamente. Hácia los solsticios de estío, la oscilacion de pequeña amplitud tiene lugar de* $2^h\,24^m$ *á* $14^h\,24^m$ *próximamente; al contrario, en los solsticios de invierno, la ondulacion de mayor amplitud es la que ocurre á estas horas.* (Fig. 3.)

A partir de una *cuadratura solsticial*, la marea de menor amplitud crece de dia en dia, en tanto que mengua la mayor; las horas de sus pleamares avanzan tanto como avanza la diferencia $(\psi - \psi')$. Llega naturalmente un momento en que las dos ondulaciones semidiurnas son iguales; la que era menor en las cuadraturas, continúa aumentando y disminuyendo la otra, hasta adquirir la forma que presenta la marea en la zizigia siguiente.

Hácia las *zizigias solsticiales* (fig. 4), v y v' llegan á sus máximos, y entónces se presenta *una marea diurna cuyas bajamares tienen lugar hácia* $8^h\,24^m$ *en los solsticios de estío y hácia* $20^h\,24^m$ *en los solsticios de invierno; al acercarse á la pleamar correspondiente, las aguas fluctúan ligeramente durante algun tiempo, pero esta fluctuacion es tan pequeña, que puede considerarse como una alta mar prolongada durante aquel intervalo. La amplitud de las mareas correspondiente á esta época, varía con el valor de la declinacion máxima de la luna que, como se sabe, oscila de* 18° 18′ 30″ á 28° 36′ 30″; dicha amplitud varía desde 0^m68 que puede adquirir en el solsticio de estío, en que estando la luna en el apogeo, la declinacion máxima del astro sea de 18° 18′ 30″, hasta 1^m23 que alcanzará en el solsticio de invierno, en que estando la luna en el perigeo, la declinacion máxima del astro suba á 28° 36′ 30″. Este valor de 1^m23 es el de la mayor amplitud posible en la marea de Veracruz.

Los caracteres de las marcas deducidos, como se ha visto, de la fórmula (XVIII), confirman uno de los fenómenos más curiosos que me revelaron mis datos mareométricos y que llamó vivamente mi atencion al comenzar las observaciones. En éstos aparece, que cuando la declinacion lunar se acerca á su máximo y predomina la marea diurna, la bajamar ocurre *siempre* en las mañanas durante las épocas autumnal é invernal, y *siempre* en las tardes en las primaveral y estival. Se acaba de ver que aquella fórmula indica claramente este hecho, pues se ha deducido de ella que en las cuadraturas solsticiales de invierno, la bajamar se verifica hácia las $20^h\,24^m$, en tanto que en las de estío, esta mínima tiene lugar hácia las $8^h\,24^m$.

La más alta mar ocurrida durante el tiempo que abrazaron mis observaciones, subió á 1^m15 sobre el plano inferior de referencia, y la más bajamar descendió á 0^m05 abajo del mismo plano. Las más altas pleamares observadas no se efectuaron en los mismos dias que las más bajas mares, lo que dependió en parte de la variacion del plano de la marea média del dia.

Con objeto de facilitar la prediccion aproximada de las mareas de Veracruz, he calculado, valiéndome de la fórmula (XVIII), las seis tablas que aparecen al final de esta Memoria. Basta para usarlas, además de la fecha del dia cuya marea se quiere predecir, las declinaciones y ascensiones rectas solar y lunar y la paralaje horizontal de la luna, tomadas con 24 horas de anterioridad al momento que se considera.

La tabla (I) da las alturas e del plano medio de la marea del dia sobre el inferior de referencia, para los dias en que la declinacion lunar es nula ó máxima. Los valores de e para los dias intermedios, se obtendrán por interpolacion.

Las tablas (II), (III), (IV) y (V) se refieren exclusivamente á las mareas lunares. La tabla (VI) corresponde á las solares.

La tabla (II) es la repeticion de la que aparece en la página 47. Da para los diversos valores que puede adquirir la declinacion de la luna, las horas y alturas (respecto del plano medio de la marea del dia) de las pleamares y bajamares correspondientes á las ondas lunares; contiene las horas de estos *máximum*, en funcion de

la variable T y de la diferencia ($\psi - \psi'$) de las ascensiones rectas de los dos astros, y sus alturas con respecto al plano medio, en funcion de las variables A'', B'', C'' y D''. Es claro que sumando las alturas de esta tabla con las que en la (I) corresponden á la fecha considerada, se obtendrán las alturas de las aguas sobre el plano inferior de referencia, en el momento de las pleamares y bajamares.

La tabla (III) contiene las magnitudes que adquiere la variable T, segun los diversos valores posibles de la declinacion lunar; se entrará en ella con el valor absoluto de v', sin atender á su signo.

La tabla (IV) da los valores de la variable A'' para los diversos de la paralaje de la luna. La (V), los de B'', C'' y D'', en funcion de los valores absolutos de la declinacion lunar.

Estas cuatro últimas tablas se han calculado, tomando en cuenta exclusivamente la marea lunar; para obtener la marea real, es necesario emplear el sencillo procedimiento siguiente. Despues de predecir la hora y altura de las pleamares y bajamares lunares, se trazará en un papel la curva mareográfica correspondiente, para lo cual pueden adoptarse las escalas muy convenientes de 0^m005 por hora y 0^m10 por metro; dibujando dos ejes rectangulares y dividiendo el horizontal en 24 partes de 0^m005, cada una de ellas representará una de las horas del dia, y será fácil trazar en las correspondientes á las horas de las pleamares y bajamares predichas, rectas verticales cuyas longitudes correspondan en la escala, á los valores obtenidos para las alturas de las aguas en tales momentos. Uniendo los puntos trazados, se obtendrá una línea quebrada que se acercará con suficiente aproximacion á la curva mareográfica lunar del dia considerado; si á cada una de sus alturas se agrega con su signo la que en la tabla (VI) corresponde á la misma hora de la fecha, resultará una curva que será la representacion gráfica de la marea real ó resultante.

En efecto, la tabla (VI) contiene las alturas que adquieren las aguas sobre el plano medio, en virtud del influjo solar; se ha calculado para cada una de las horas del año, por medio de la ecuacion

$$E = 0^m.0355\, i^3.\cos v \left\{ \cos v.\cos 2(\delta - 2^h\, 24^m) \right.$$

$$\left. - 9 \operatorname{sen} v.\operatorname{sen}(\delta - 2^h\, 24^m) \right\}$$

que representa aquellas alturas.

Una aplicacion del método descrito hará comprender bien su mecanismo.

EJEMPLO DE PREDICCION.

Supongo que se quiere predecir la marea del 21 de Junio de 1883. (Fig. 4.)

El 19 de Junio á 22^h.

$$v' = -19°36' \text{ (declinacion máxima.)}$$

$$\psi - \psi' = 5^h\, 55^m - 17^h\, 55^m = -12^h$$

paralaje lunar $= 56'\,08''$

Como en el dia considerado, la declinacion lunar es máxima negativa y positiva la solar, se recurrirá á la cuarta columna de la tabla (I) que da para el mes de Junío

$$e = 0^m.40.$$

Esto quiere decir, que el plano medio de la marea del 21 de Junio de 1883, debió encontrarse á unos 0^m40 sobre el inferior de referencia.

En la tabla (III) se encuentra

Para 19° 00'..... $T = 3^h\, 19^m$
Diferencia por 36'..... 9^m Diferencia por $10' = 2^m40^s$

Para 19° 36'..... $T = 3^h\, 28^m$

La tabla (II) da para el caso que nos ocupa
(Declinacion lunar comprendida entre 0° y — 24° 15' 40")

	HORAS DE LAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS.	Alturas correspondientes de la mar, con respecto al plano medio de la marea del dia.
Pleamar á.....	$2^h\,24^m - (\psi - \psi') + T = 2^h\,24^m + 11^h\,57^m$	
	$+ 3^h\,28^m = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ 17^h\,43^m$	$+ A''\ D''$
Id. ,, ...	$14^h\,24^m - (\psi - \psi') - T = 14^h\,24^m + 12^h\,02^m$	
	$- 3^h\,28^m = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ 22^h\,58^m$	$+ A''\ D''$
Bajamar ,, ...	$8^h\,24^m - (\psi - \psi') = 8^h\,24^m + 11^h\,56^m = 20^h\,20^m$	$+ A''\ C''$
Id. ,, ...	$20^h\,24^m - (\psi - \psi') = 20^h\,24^m + 12^h\,21^m = 8^h\,45^m$	$- A''\ B''$

Puede tomarse en las tablas (IV) y (V) los valores de A," B," C" y D" corespondientes á $v' = 19°36'$; pero si se quiere mayor precision, se adoptarán para aquellas variables, las magnitudes que correspondan en las tablas á las declinaciones que alcanzó la luna, 24 horas ántes de los momentos, ya determinados, de las pleamares y bajamares de la ondulacion que se predice.

Haciéndolo así, resulta:

PLEAMARES.		TABLA (V)
Junio 20 á $17^h\,43^m$	v' para 24^h antes $= -19°41'$	Para $19°41'$ D"=2.02
,, ,, ,, $22^h\,58^m$	,, ,, ,, ,, $= -19°34'$	,, $19°34'$ D"=2.02

BAJAMARES.		TABLA (V)
Junio 20 á $20^h\,20^m$	v' para 24^h antes $= -19°39'$	Para $19°39'$ C"= 1.97
,, 21 á $8^h\,45^m$	,, ,, ,, ,, $= -19°11'$	,, $19°11'$ B"= 3.68

La tabla (IV) da

Para 56′00″ de paralaje..... A"=0^m0983
Diferencia por 10″=0^m00088..... Diferencia por 8″=0^m0007

Para 56′08″ de paralaje..... A"=0^m099

Multiplicando este valor de A" por los obtenidos para B," C" y D", y sumando á los resultados la magnitud de e, se obtiene:

	HORAS DE LAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS.	Alturas correspondientes de la mar, con respecto al plano medio de la marea del dia.	VALOR DE e	Alturas correspondientes de la mar, sobre el plano inferior de referencia.
Pleamar.	Junio 20 de 1883 á $17^h 43^m$.....	$+0^m 200$		$+0^m 600$
Bajamar.	Junio 20 de 1883 á $20^h 20^m$.....	$+0^m 195$	$e = 0^m.40$	$+0^m 595$
Pleamar.	Junio 20 de 1883 á $22^h 58^m$.....	$+0^m 200$		$+0^m 600$
Bajamar.	Junio 21 de 1883 á $8^h 45^m$.....	$-0^m 364$		$+0^m 036$

Encontradas las horas y alturas de las máximas y mínimas de la marea lunar, se trazarán dos ejes rectangulares para referir á ellos la curva mareográfica respectiva. El eje horizontal representará el plano inferior de referencia, y se dividirá en 24 partes iguales que indicarán las horas del dia (fig. 4); en los puntos de este eje correspondientes á $17^h 43^m$, $20^h 20^m$, $22^h 58^m$ y $8^h 45^m$, se trazarán verticales de 0^m600, 0^m595, 0^m600 y 0^m036 de longitud, cuyos extremos unidos determinarán la línea quebrada *b*, *c*, *d*, *e*.

Para completarla, se marcarán los puntos correspondientes á la baja mar de la víspera y á la pleamar del siguiente dia, suponiendo que éstas hayan ocurrido á las mismas horas y con las mismas alturas que las predichas ya para el 21 de Junio; determinados estos puntos, se unirán con *b* y *e*, y resultará la línea *a b c d e f*, representacion aproximada de la marea lunar.

Sumando á cada una de las alturas de ésta, las cantidades dadas por la tabla (VI) en su columna quinta, para los meses de Mayo, Junio y Julio, se obtendrá la curva de la marea resultante ó real, trazada con línea llena en la fig. 4. Esta curva indica con aproximacion las horas y alturas de las pleamares y bajama-

res del 21 de Junio de 1883, así como la amplitud de su marea, que como puede verse es de 0^m75.

Aunque hasta cierto punto sea una repeticion de lo expuesto anteriormente en esta Memoria, creo útil hacer la siguiente advertencia.

Los almanaques náuticos publican anualmente una lista de valores correspondientes á todas las zizigias del año, para que multiplicados por la *unidad de altura* de cada puerto, dén las alturas de las pleamares zizigiales correspondientes. Estos valores no son más que las magnitudes que adquiere en las zizigias el término

$$\frac{40}{163}\left\{ i^3 . \cos^2 v + 3\, i'^3 . \cos^2 v' \right\}$$

de la ecuacion (VII), y en consecuencia, sólo pueden aplicarse en los puertos donde sean insignificantes las amplitudes de las ondulaciones diurnas.

En Veracruz, donde esto no sucede, seria un absurdo deducir las alturas de las pleamares zizigiales, del producto de las mencionadas cifras por la cantidad 0^m1447, que representa el valor de la *unidad de altura* de la marea semidiurna del puerto.

Entre los varios datos mareométricos que poseo, sólo los recogidos en las costas del Archipiélago de Filipinas, en la bahía de Cárdenas, y en las costas del Golfo de México, indican ondulaciones semejantes á las de Veracruz.

De la Memoria sobre las mareas del litoral Sur de la Isla de Mindanao, publicada por su autor D. Fabian Montojo,[1] resulta que el fenómeno de las mareas en aquellos lugares, participa algo del carácter general de todas las del Archipiélago filipino, aunque en menor grado que las estudiadas en Manila, Balabac, etc.

La amplitud de la onda semidiurna varía de 0^m30 á 1^m10 en Zamboanga, y de 0^m72 á 2^m70 en Pollok.

1 Anuario de la Direccion de Hidrografía.—Madrid.—Año XVII, pág. 190.

La amplitud de la ondulacion diurna alcanza hasta 1^m20 en Zamboanga, y hasta 0^m90 en Pollok.

Esta relacion particular entre las amplitudes, origina que la onda semidiurna domine en general en aquel litoral; durante las observaciones del Sr. Montojo, la marea sólo fué diurna en Pollok los dias 18 de Marzo y 16 de Abril de 1876, en tanto que en Zamboanga ocurrió igual fenómeno en los dias 2 y 16 de Febrero, 2 y 17 de Marzo, 1º, 16 y 30 de Abril, 8 y 17 de Mayo, esto es, en las cuadraturas equinocciales y en las cercanas á ellas.

Las pleamares mayores se observan en Zamboanga, Pollok y Manila por la tarde ó noche en invierno, y por la mañana en verano. Hemos visto que igual cosa acontece en Veracruz.

En el resúmen de las observaciones mareométricas de la bahía de Cárdenas, su autor D. Antonio Martínez, teniente de navío, asienta que *cuando la declinacion de la luna es nula, ocurren dos mareas iguales, y cuando es máxima boreal ó austral, hay una marea muy grande y otra muy pequeña. Segun los prácticos de la localidad, las mareas son mayores en verano que en invierno.*[1]

De las curvas publicadas con el citado resúmen, se deduce que la amplitud de la onda semidiurna es de unos 0^m50 hácia las zizigias equinocciales, y que la correspondiente á la oscilacion diurna debe ser poco mayor que 0^m90 en la época solsticial; la relacion entre las dos ondas es, por lo tanto, de 1 á 2 próximamente, y esto explica la aparicion constante en aquel puerto, de dos mareas diarias de muy desigual amplitud.

No contando con los recogidos en Veracruz, carezco absolutamente de datos relativos á las mareas de nuestros puertos del Golfo; en cambio, poseo algunos de la costa americana, que por su semejanza con aquellos, hacen presumir la generalidad de ciertos caracteres en todas las mareas del litoral.

Anualmente se publica en los informes de la Comision americana exploradora de las costas [U. S. Coast Survey], la siguiente relacion de los rasgos más notables de las mareas que ocurren en la extensa costa comprendida entre Cabo Florida y Brazos de Santiago.

1 Anuario de la Direccion de Hidrografía.—Madrid.—Año XVIII, pág. 327.

En la costa de Florida, desde el Cabo Florida hasta St. Marks, las mareas pertenecen á la clase más frecuente; las dos ondulaciones del dia son desiguales en amplitud, y la diferencia, que es pequeña en Cabo Florida, crece á medida que se avanza por la costa occidental de la Península, desde aquella punta hasta Tortugas. Desde Tortugas hasta St. Marks, la desigualdad diaria es mayor y próximamente constante; las ondas adquieren formas semejantes á las del Pacífico, aunque de menor amplitud.

Entre St. Marks y la entrada de Apalachicola [Isla de San Jorge], las mareas pertenecen á la clase de las diurnas, con una sola pleamar y bajamar en el intervalo de 24 horas lunares.

En la Isla San Jorge se presentan dos ondulaciones por dia, en los cuatro ó cinco cercanos á aquel en que se nulifica la declinacion lunar; en el resto del mes sólo ocurre una marea diaria, que fluctúa ligeramente hácia la pleamar, durante un intervalo de 6 á 9 horas.

Desde el Cabo de San Blas hasta las Bocas del Mississippi, las mareas diurnas son muy regulares, en tanto que las semidiurnas son irregulares y de menor amplitud; éstas aparecen solamente en los dos ó tres dias inmediatos al de declinacion lunar nula, y el tiempo de aparicion frecuentemente se reduce á ménos. La ligera fluctuacion de las aguas en las plea y bajamares, es comparativamente corta y raras veces excede de una hora.

La doble marea reaparece al Oeste de las Bocas del Mississippi. En Isla Dernière se presenta distintamente y con irregularidad durante tres ó cuatro dias, cuando la luna se acerca al Ecuador. En las demas épocas predomina la marea única, modificada naturalmente por las ondulaciones semidiurnas, que originan la aparicion hácia la pleamar, de una dilatada fluctuacion de 6 á 10 horas; este intervalo mengua al aumentar la declinacion de la luna, y algunas veces se reduce á una hora.

En Calcasieu las mareas son distintamente dobles y muy desiguales; siendo de amplitud corta, presentan casi el mismo aspecto que las de Isla Dernière.

En Galveston, las ondulaciones semidiurnas se hacen claramente perceptibles, á pesar de su pequeña amplitud, durante los cinco ó seis dias inmediatos á aquel en que la declinacion lunar es nula. En las demas épocas prevalece la marea diurna, que presenta una

peculiaridad notable; las aguas, despues de una corta fluctuacion hácia la pleamar, bajan un pequeño espacio y fluctúan de nuevo durante varias horas, para continuar despues su movimiento de descension hasta la bajamar inmediata; algunas veces, las aguas bajan con mucha lentitud desde el momento de la pleamar hasta pasadas 9 ó 10 horas, y despues rápidamente hasta la bajamar.

En la Entrada de Aransas y Brazos de Santiago prevalece la marea única, y solamente en los dos ó tres dias inmediatos á aquel en que la luna está en el Ecuador, se presentan ondulaciones dobles, de corta amplitud é irregular apariencia; en las otras épocas, la marea es diurna y las aguas fluctúan ligeramente al acercarse la pleamar, durante un intervalo de 6 á 9 horas, en cuyo tiempo ocurren frecuentemente pequeñas fluctuaciones irregulares, ó un corto descenso.

Es máxima la amplitud de las mareas de toda esta parte del Golfo, cuando la máxima declinacion de la luna coincide con una zizigia, y es mínima en el caso en que, siendo nula la declinacion lunar, las ascensiones rectas del sol y de la luna difieren 90° ó 270°.

Siendo tan escasa la amplitud de las ondulaciones, el influjo de los vientos se hace muy sensible y es bastante para modificar sus formas y aumentar sus irregularidades.

La tabla siguiente contiene las alturas medias que con respecto al plano medio, adquieren las aguas del mar en los lugures citados anteriormente.

TABLA de las elevaciones ó depresiones de las aguas del mar, con respecto al plano medio, en diversas estaciones de la costa del Golfo de México.

ESTACIONES.	ELEVACIONES Y DEPRESIONES MEDIAS.		
	Media.	En la mayor declinacion lunar.	En la menor declinacion lunar.
Isla de San Jorge, Florida	1 pié 1	1 pié 8	0 pié 6
Pensacola, Florida	1. 0	1. 5	0. 4
Fuerte Morgan, Bahía de Mobila. Alabama.	1. 0	1. 5	0. 4
Isla del Gato, Mississippi	1. 3	1. 9	0. 6
Entrada del Suroeste, Louisiana	1. 1	1. 4	0. 5
Isla Dernière, Louisiana	1. 4	2. 2	0. 7
Entrada del Lago Calcasieu, Louisiana	1. 9	2. 4	1. 7
Galveston, Texas	1. 1	1. 6	0. 8
Entrada de Aransas, Texas	1. 1	1. 8	0. 6
Brazos de Santiago, Texas	0. 9	1. 2	0. 5

Se ve, por lo expuesto, que las mareas de la costa Norte del Golfo pueden referirse al mismo tipo de las de Veracruz. Las diferencias entre unas y otras, se explican por los diversos valores que adquieren en cada estacion las relaciones entre las amplitudes de las ondas diurna y semidiurna, variaciones que dependen en gran parte de la configuracion de las costas y fondos cercanos. Yo creo que el mismo tipo domina en todo el Seno Mexicano, pero para afirmarlo seria necesario la adquisicion de datos mareométricos numerosos, que hasta hoy no se han recogido.

Como es probable que en muchos años no se efectúen en nuestros puertos observaciones minuciosas que aclaren el asunto, propongo á los ingenieros ó personas estudiosas que habiten en la costa, el sencillo método siguiente, cuya ejecucion no demanda casi ningun trabajo, y que en el corto plazo de tres meses puede dar á coconocer á cada observador, las magnitudes aproximadas de los principales elementos de las ondas de marea. Observando las ocho que ocurren en las épocas de un equinoccio y de un solsticio, uno y dos dias despues de aquellos en que la declinacion lunar es nula ó máxima, y dibujando las ocho curvas mareográficas correspondientes, el estudio de las semidiurnas obtenidas hácia la zizigia equinoccial, bastará para indicar aproximadamente:

1º La edad de la onda semidiurna, que se obtendrá midiendo el intervalo de tiempo trascurrido entre el momento en que nuestro satélite pasó por el Ecuador, y aquel en que ocurrió la pleamar de la ondulacion semidiurna de forma más regular; esta onda, cuyo aspecto la distingue claramente de las demas, tiene sus dos bajamares á la misma altura próximamente.

2º El coeficiente P' de la fórmula (X), que puede obtenerse por la ecuacion (XIII), en funcion de la amplitud medida en la más regular de las cuatro ondulaciones semidiurnas.

3º La constante λ que se calculará por la fórmula (XIV), en funcion de la hora de aquella pleamar.

Obtenidos estos valores, será fácil calcular, por medio de la ecuacion (XI), los accidentes de las mareas semidiurnas correspondientes á los otros seis dias de observacion. Haciéndolo así, y dibujando las curvas mareográficas relativas abajo de las obtenidas en los mismos dias por la observacion, se podrá seguir un

método semejante al de la página 35, y deducir por diferencia la forma de la onda que, combinándose con la calculada, dé por resultado la observada. Si resulta que la onda deducida así, es siempre diurna, se determinarán las constantes T', A' y γ de la fórmula (X).

La variacion del plano medio de la marea del dia no se conocerá naturalmente con tan corto número de datos; pero puede determinarse con aproximacion las alturas de aquel plano para cada uno de los dias de observacion, y adoptando su promedio como altura del plano medio general, aplicarle para cada época una correccion proporcional á la diferencia que para la misma época se obtenga, entre el valor respectivo dado por la tabla (I) y la cifra 0^m55, que es el promedio de las varias alturas observadas en Veracruz en el nivel del plano medio de la marea del dia.

La aplicacion en nuestros puertos del procedimiento expuesto, dará á cada uno, la manera de predecir con mediana aproximacion las mareas de su localidad, y á mí el convencimiento, que ahora no tengo, de la utilidad de esta Memoria.

Veracruz, Marzo de 1885.

TABLA I.

Alturas o del plano medio de la marea del dia, sobre el plano inferior de referencia.

MESES.	Para v'=0° y paralaje lunar > 0° 57′ 30″ $e =$	Para v'=0° y paralaje lunar < 0° 57′ 30″ $e =$	Para los dias en que v' adquiere sus valores máximos. Cuando v y v' son del mismo signo. $e =$	Para los dias en que v' adquiere sus valores máximos. Cuando v y v' son de signo contrario. $e =$
Enero, Junio, Julio y Diciembre.....	0^m62	0^m48	0^m45	0^m40
Febrero, Mayo, Agosto y Noviembre.....	0 50	0 50	0 45	0 45
Marzo, Abril, Setiembre y Octubre.	0 68	0 64	0 64	0 62

Nota.—El plano inferior de referencia está situado á 2^m00 abajo del piso del muelle fiscal, en la extremidad de su eje longitudinal, ó bien á 3^m00 abajo de la línea de referencia marcada en la placa niquelada que está embutida en la muralla de mar, hácia la prolongacion de la calle de Arista, ó bien á 5^m00 abajo del plano de referencia de la nivelacion general de la ciudad, marcado en losas de mármol en todas las esquinas de ésta.

TABLA II.

Horas y alturas [respecto del plano medio de la marea del dia] de las pleamares y bajamares lunares, en funcion de la declinacion lunar y de las ascensiones rectas del sol y de la luna.

	Declinaciones lunares. $v' =$	Horas de las pleamares.	Alturas de la marea con respecto al plano medio, en los momentos de las pleamares.	Horas de las bajamares.	Alturas de la marea con respecto al plano medio, en los momentos de las bajamares.
Declinaciones lunares nulas.....	$v' = 0°00'$.....	$2^h\,40^m - (\psi - \psi')$ $14^h\,40^m - (\psi - \psi')$	$+ A''$ $+ A''$	$8^h\,40^m - (\psi - \psi')$ $20^h\,40^m - (\psi - \psi')$	$- A''$ $- A''$
Declinaciones lunares positivas.	$v' > 0$ y $< 24°\,15'\,40''$...	$2^h\,24^m - (\psi - \psi') - T$ $14^h\,24^m - (\psi - \psi') + T$	$+ A''\,D''$ $+ A''\,D''$	$8^h\,24^m - (\psi - \psi')$ $20^h\,24^m - (\psi - \psi')$	$- A''\,B''$ $+ A''\,C''$
	$v' > 24°\,15'\,40''$	$20^h\,24^m - (\psi - \psi')$	$+ A''\,C''$	$8^h\,24^m - (\psi - \psi')$	$- A''\,B''$
Declinaciones lunares negativas.	v' de $0°00'$ á $- 24°\,15'\,40''$	$2^h\,24^m - (\psi - \psi') + T$ $14^h\,24^m - (\psi - \psi') - T$	$+ A''\,D''$ $+ A''\,D''$	$8^h\,24^m - (\psi - \psi')$ $20^h\,24^m - (\psi - \psi')$	$+ A''\,C''$ $- A''\,B''$
	v' de $-24°15'40''$ en adelante	$8^h\,24^m - (\psi - \psi')$	$+ A''\,C''$	$20^h\,24^m - (\psi - \psi')$	$+ A''\,C''$

NOTA.—Los valores de $(\psi - \psi')$ se tomarán para 24^h ántes de los momentos de las pleamares y bajamares.
Los valores de T se encontrarán en la tabla III; los de A'' en la IV y los de B'', C'' y D'' en la tabla V.

TABLA III.

Valores de T *en funcion del valor absoluto de la declinacion lunar.*

v' =	T =	Diferencias por 10'.	v' =	T =	Diferencias por 10'.	v' =	T =	Diferencias por 10'
0°00′	$0^h 00^m$		9°00′	$1^h 22^m$	$1^m 30^s$	18°00′00	$3^h 04^m$	$2^m 20^s$
1 00	0 09	$1^m 30^s$	10 00	1 32	1 40	19 00	3 19	2 30
2 00	0 18	1 30	11 00	1 42	1 40	20 00	3 35	2 40
3 00	0 27	1 30	12 00	1 52	1 40	21 00	3 53	3 00
4 00	0 36	1 30	13 00	2 03	1 50	22 00	4 15	3 40
5 00	0 45	1 30	14 00	2 14	1 50	23 00	4 41	4 20
6 00	0 54	1 30	15 00	2 25	1 50	24 00	5 24	7 10
7 00	1 03	1 30	16 00	2 36	1 50	24 15 40″	6 00	22 55
8 00	1 13	1 40	17 00	2 50	2 20			

$$T = \frac{1}{15} \text{arc sen} \left(\frac{9}{4} \text{tang } v'\right)$$

NOTA.—Los valores de T están en funcion del valor absoluto de v', independientemente de su signo.

TABLA IV.

Valores de A'' en funcion de la paralaje lunar.

Paralajes lunares.	A''=	Diferencias por 10''	Paralajes lunares.	A''=	Diferencias por 10''
0° 53′ 36″	0^m0862		0° 58′ 00″	0^m1093	0^m00095
0 54 00	0 0882	0^m00080	0 58 30	0 1121	0 00095
0 54 30	0 0906	0 00080	0 59 00	0 1150	0 00095
0 55 00	0 0930	0 00080	0 59 30	0 1180	0 00100
0 55 30	0 0956	0 00088	1 00 00	0 1211	0 00100
0 56 00	0 0983	0 00088	1 00 30	0 1241	0 00100
0 56 30	0 1009	0 00088	1 01 00	0 1272	0 00100
0 57 00	0 1036	0 00088	1 01 24	0 1297	0 00100
0 57 30	0 1064	0 00095			

$$A'' = 0.^m1065\ i'^3$$

Paralaje máxima de la luna = 1° 01′ 24″

Paralaje mínima „ „ „ = 0 53 36

Paralaje média „ „ „ = 0 57 30

TABLA V.

Valores de B," C" *y* D" *en funcion de* v', *declinacion lunar.*

v' =	B"=	Diferencias por 10′	C"=	Diferencias por 10′	D"=	Diferencias por 10′
0°00′	1.00		— 1.00		1.00	
2 00	1.31	0.026	— 0.68	+0.027	1.01	0.0008
4 00	1.62	0.026	— 0.37	0.026	1.04	0.0025
6 00	1.92	0.025	— 0.05	0.027	1.10	0.0050
8 00	2.22	0.025	+ 0.26	0.026	1.17	0.0058
10 00	2.51	0.024	+ 0.57	0.026	1.27	0.0083
12 00	2.79	0.023	+ 0.87	0.025	1.39	0.0100
14 00	3.05	0.022	+ 1.17	0.025	1.53	0.0117
16 00	3.31	0.022	+ 1.46	0.024	1.68	0.0125
18 00	3.55	0.020	+ 1.74	0.023	1.86	0.0150
20 00	3.77	0.018	+ 2.01	0.022	2.05	0.0167
22 00	3.99	0.018	+ 2.27	0.022	2.26	0.0183
24 00	4.18	0.016	+ 2.51	0.020	2.49	0.0192
26 00	4.35	0.014	+ 2.74	0.019	2.73	0.0200
28 00	4.51	0.013	+ 2.95	0.017	2.98	0.0208
28 36 11″3	4.55	0.011	+ 3.01	0.016	3.06	0.0221

$$B'' = 9 \operatorname{sen} v'. \cos v' + \cos^2 v' \qquad C'' = 9 \operatorname{sen} v'. \cos v' - \cos^2 v'$$

$$D'' = 1 + 9 \operatorname{sen}^2 v'$$

Nota.—Los valores de B," C" y D" dados por esta tabla, están en funcion del valor absoluto de v,' independientemente de su signo.

TABLA VI.

Valores de E *ó sean alturas de la marea solar en funcion de* δ, *ángulo horario del sol.*

Hora verdadera ó sea ángulo horario del sol. δ=	MESES DEL AÑO.					
	Noviembre, Diciembre y Enero. E=	Febrero y Octubre. E=	Marzo. E=	Abril y Agosto. E=	Mayo, Junio y Julio. E=	Setiembre. E=
0^h	-0^m07	-0^m03	0^m00	$+0^m05$	$+0^m08$	$+0^m02$
1	−0 04	−0 01	+0 01	+0 05	+0 07	+0 03
2	0 00	+0 01	+0 03	+0 05	+0 05	+0 03
3	+0 03	+0 03	+0 03	+0 03	+0 03	+0 03
4	+0 05	+0 04	+0 02	0 00	0 00	+0 02
5	+0 07	+0 04	+0 02	−0 02	−0 04	0 00
6	+0 07	+0 03	0 00	−0 06	−0 08	−0 02
7	+0 08	+0 03	−0 01	−0 07	−0 10	−0 03
8	+0 08	+0 02	−0 01	−0 09	−0 12	−0 05
9	+0 08	+0 03	−0 01	−0 09	−0 12	−0 05
10	+0 08	+0 03	0 00	−0 08	−0 11	−0 04
11	+0 09	+0 04	0 00	−0 06	−0 09	−0 02
12	+0 09	+0 05	+0 02	−0 03	−0 06	0 00
13	+0 08	+0 05	+0 03	−0 01	−0 03	+0 01
14	+0 06	+0 04	+0 03	+0 01	+0 01	+0 03
15	+0 03	+0 03	+0 03	+0 03	+0 03	+0 03
16	−0 01	+0 01	+0 02	+0 04	+0 04	+0 02
17	−0 05	−0 02	0 00	+0 04	+0 06	+0 02
18	−0 09	−0 05	−0 02	+0 03	+0 06	0 00
19	−0 12	−0 07	−0 03	+0 03	+0 06	−0 01
20	−0 14	−0 08	−0 05	+0 03	+0 06	−0 01
21	−0 14	−0 09	−0 05	+0 03	+0 06	−0 01
22	−0 13	−0 07	−0 04	+0 04	+0 07	0 00
23	−0 11	−0 06	−0 02	+0 04	+0 07	0 00

NOTA.—Los valores de E representan la altura sobre el plano medio, de la marea originada por la accion solar; se han deducido de la fórmula

$$E = 0^m.0355\, i^3.\cos v \left\{ \cos v.\cos 2\,(\delta - 2^h 24^m) - 9 \operatorname{sen} v.\operatorname{sen}(\delta - 2^h 24^m) \right\}$$

INFORME

REEATIVO Á LOS

TRABAJOS EJECUTADOS POR LA COMISION EXPLORADORA

DE LA BAJA CALIFORNIA

EL AÑO DE 1884.

PRESENTADO Á LA SECRETARÍA DE FOMENTO POR EL INGENIERO DE MINAS

JOAQUIN M. RAMOS,

Jefe de la expresada Comision.

INTRODUCCION.

Al aceptar el encargo de Jefe de la Comision exploradora del Territorio de la Baja California con que fuí honrado por el Supremo Gobierno, en Noviembre de 1883, no tuve la pretension de confiar tan delicado trabajo á mis limitados estudios, sino que conté con que mis compañeros de comision cooperarian á realizarlo en su totalidad, concurriendo cada uno con sus conocimientos y luces para dar á conocer una parte tan importante de nuestra República; y apelo al testimonio de ellos sobre la verdad de lo expuesto, cuando al reunirnos para concertar nuestro plan de operaciones, les he manifestado mi impotencia y la solicitud de su eficaz ayuda, no sólo en los ramos que oficialmente y en el ejercicio de su profesion les estaban encomenda-

dos, sino en todo lo que creyeran que contribuiria á realizar de la mejor manera el fin de nuestro cometido.

Desgraciadamente, enfermedades y circunstancias, ya generales, ya particulares de cada uno, impidieron llevar á cabo aquel propósito, y tuve la pena y necesidad de continuar adelante una parte de la empresa, sin poder contar con la eficaz é inmediata cooperacion de mis compañeros.

Animados todos de los mejores deseos, y resueltos á arrostrar las dificultades consiguientes de la vida en un desierto, en barracas, en un lugar á cuya ardiente temperatura no se acostumbra tan fácilmente el que ha nacido y vivido bajo clima más benigno; sin poder tener una conveniente y nutrida alimentacion con que reparar las fuerzas perdidas en el trabajo, aunque disponiendo de recursos para proporcionársela; donde era necesario estar en las exploraciones constantemente al rayo del sol, sin esperanza de llegar á la sombra de un árbol, ni ménos á un paraje á tomar un refrigerio y un descanso; donde no habiendo algunos dias y por alguna circunstancia inesperada los medios para tener con oportunidad una poca de agua para condimentar el alimento, se tenia la necesidad de proratearla para mitigar la sed, midiendo tambien por limitados cuartillos la que empleábamos en los usos de nuestra vida privada; léjos, podiamos decir, de la patria y de la familia, sin fáciles medios ni de comunicacion, ni para combatir enfermedades, y sin más descanso que el mismo trabajo, seguiamos adelante, sin desmayar en aquel propósito; pero á pesar del buen deseo, no siendo todas las naturalezas iguales, ni las constituciones individuales de fierro, hubo que sufrir aquellas consecuencias naturales para cuyo combate el hombre es impotente.

La Comision procuró dar cumplimiento á las instrucciones que recibió para la exploracion del Territorio; y si dejó vacíos, dependieron tambien de circunstancias extraordinarias que obligaron al Gobierno, muy á su pesar, á suspender aquellas operaciones.

En el plan adoptado, no hay solamente referencia de la parte clásica de los estudios de la Comision, sino que aun cuando ella estuvo relativamente poco tiempo en el Territorio de la Baja California, se ha creido conveniente y necesario dar á conocer los datos pertenecientes á los historiadores, así como los pormenores adquiridos sobre los usos y costumbres de los habitantes de la Region Central, donde permaneció la Comision, lo mismo que la relacion de los hechos, de cuyo análisis se desprende el interes con que el Gobierno General vió el descubrimiento de un nuevo centro de produccion minera en aquel Territorio, y las medidas y disposiciones que se dictaron, conducentes no sólo al conocimiento de lo descubierto, sino al de la Península en general, procurando su prosperidad y engrandecimiento.

En los trabajos topográficos se agrega un estudio geológico adquirido en las minas de Santa Águeda, cuyo original pertenece al Sr. Ingeniero D. Manuel Tinoco, por creer de utilidad para los estudios su conocimiento; así como otro plano del puerto de Mulegé.

La Secretaría de Fomento, de la que directamente dependió la Comision, con toda oportunidad daba sus órdenes y resolvia los puntos de consulta para el mejor éxito de las operaciones; y á la Comision le es altamente satisfactorio que la referida Secretaría hubiera tenido á bien aprobar todos sus actos.

La Comision cree de su deber mencionar la eficaz ayuda que en el territorio de la Baja California le prestaron en el órden ci-

vil su Gobernador Político, General D. José María Rangel, el Subprefecto del Partido del Centro D. Pablo Pozo, y el Comandante de Policía de los Placeres auríferos de Calamahí D. Francisco Montes, así como otros empleados públicos y particulares á quienes se hace referencia en su lugar.

En el curso de la narracion de este Informe, quedarán consignados los trabajos de cada uno de los miembros de la Comision; y si bien es cierto que el conjunto adolece de defectos, provenidos de nuestra falta de aptitud y conocimientos, que valga siquiera la buena intencion que nos ha animado, á la vez que se cumple con un deber, al referirse á pormenores de una region desconocida en su mayor parte, y por la que tenemos los mejores deseos del adelantamiento y prosperidad que justamente corresponden á las riquezas que encierra y á la bondad de los pocos habitantes que la pueblan.

Zacatecas, Marzo de 1885.

JOAQUIN M. RAMOS.

BAJA CALIFORNIA.

REGION CENTRAL.

CAPITULO I.

Placeres auríferos de Calamahí.—Causas que originaron su descubrimiento.—Primeros trabajos.—Disposiciones del Gobierno.—Fuerza federal.—Telégrafo.—Imprenta.—Nombramiento de la primera Comision.—Primeras dificultades de la explotacion.—Camino seguido por la primera Comision.—Causas por las que se desorganizó.—Fiebre amarilla.—Reseña de sus estragos en las costas del Pacífico.

En la cordillera de la Sierra Madre, que corre del N. O. al S. E. en la Península de la Baja California, se encuentra á los 28° 15′ de latitud N. y á los 113° 56′ longitud O. del Meridiano de Greenwich, una serranía de formacion primitiva, la cual fué habitada por la tribu de los indios "Simiels" ó "Simangitas," adonde éstos pudieron permanecer por encontrarse cerca de la referida Sierra un ojo de agua ó *bateque*, conocido hoy por aguaje de "Las Palmas." Llaman *bateque* en la Península á los depósitos formados por los veneros, en el centro de un arroyo ó al pié de la Sierra.

Hácia el S. E. y O., formado por la referida cordillera, se encuentra un vallecito que recibe los derrames de multitud de cañadas, que se desprenden en todas direcciones de la serranía, y que siguiendo por el referido valle, concurren á un arroyo que corre á

su vez de E. á O. por entre la serranía del O. y por un punto llamado "Cañon de salida;" conduce sus aguas á una llanura que limita por este lado el litoral del Pacífico, del que dista 72 kilómetros y donde se desparraman y resumen las corrientes mencionadas. El valle de E. á O. tiene su mayor longitud de 40 kilómetros y anchura média de N. á S. de 10 kilómetros. Al S. de él continúa la cordillera en terreno muy quebrado con diversas alturas, cañadas y explanadas de corta extension.

Con el nombre de Calamahí se conoce hoy esta region que tiene una superficie de más de 400 kilómetros cuadrados y en la que se encuentra la explotacion de los Placeres auríferos.

No he podido averiguar la etimología de la palabra "Calamahí," y tengo que hacer una aclaracion sobre ella, por haber visto escritos y oido con variedad emplear los nombres de "Calmallí," "Calamahí" y "Calmahí."

La *ll* no era usada en el idioma de las tribus aborígenes, y hay pueblos en el centro de la Baja California, como por ejemplo el de San Ignacio, que han adquirido la viciosa costumbre de introducir la *ll* en las palabras que terminan en dos vocales, ó en una vocal precedida de una *r*, cambiándola por la *ll;* y así en lugar de decir: "Canoa," "Sombrero," dicen: "Canolla," "Sombrello," y de allí en mi concepto la corruptela ó el vicio en la palabra "Calamallí." En cuanto á "Calmahí" no encuentro ninguna razon para adoptarlo, y sí en "Calamahí," siquiera la de analogía con algunas palabras del idioma de la tribu primitiva, como son las siguientes: "Malotodie," "Colimié," "Calamugé."

Cerca del litoral que ántes mencioné, se encuentran unos terrenos que se extienden desde un punto llamado "El Rosarito," hasta otros, "San Andrés," propiedad de la familia Mejía, del pequeño puerto de "Mulegé." Para ir desde Mulegé al Rosarito se atraviesa por el desierto de Calamahí. El Ingeniero D. Manuel Tinoco se ocupaba, á fines del año de 1882, en la rectificacion de las medidas de los citados terrenos, y regresaba á Mulegé despues de terminar sus operaciones, acompañado del Sr. D. Cayetano Mejía, é iban haciendo sus apreciaciones sobre minas de oro, con referencia á las del Mineral de San Borja. Tinoco llamó la atencion de Mejía sobre la calidad de los terrenos de Calamahí que á la sazon atravesaban, y dándole sus explicaciones sobre los criaderos

minerales, le hizo fijar (al segundo) su atencion sobre la buena apariencia de aquel terreno como criadero de oro.

El Sr. Tinoco, que ha vivido en la Baja California desde el año de 1870, en que asociado con el Sr. Ingeniero Jacobo Blanco, concurrió á trazar el paralelo del 27° y que ha dado pruebas de sus conocimientos periciales con sus trabajos en las minas de cobre de Santa Águeda y en otras de la Península, hacia explicaciones bien fundadas que no pasaron inadvertidas al buen juicio y carácter emprendedor del Sr. Mejía, quien desde aquel momento se propuso practicar un reconocimiento de los terrenos de Calamahí; lo que verificó valiéndose del indio Colimié Antonio Murillo, gambuzino de profesion, á quien por su cuenta expensó y despachó á hacer registros. Murillo entró desde Mulegé atravesando la Sierra é internándose por el solitario centro de la Península hasta el Mineral de San Borja, para dirigirse en seguida al punto de la costa del Golfo, llamado "Puerto de los Angeles," á recibir las provisiones y herramientas que en un barquito se le mandaban para comenzar su exploracion; llevando al efecto dos bestias y haciendo el inmenso rodeo demarcado para conocer los aguajes en el terreno que iba á explorar.

Regresa Murillo á San Borja para comenzar sus trabajos, y dirigiéndose hácia el S. despues de atravesar cerca de 40 leguas y de hacer varios reconocimientos é inspecciones, llega á dar con un rebosadero de cuarzo, que no era otra cosa que la cabeza de una veta aurífera con pintas de cobre. Arranca algunos ejemplares, ve algo que le parece oro nativo, lo cual confirma moliendo las piedras y concentrando el polvo por el agua en el aguaje de "Las Palomas." Se convence con agrado en su tentadura de haber encontrado clara y abundantemente el precioso metal; hace igual concentracion de unas tierras que recoge en la cañada inmediata al creston de donde tomó su primer ensaye, y de 3 arrobas de polvo obtiene una onza de oro puro.

Murillo comenzaba sus registros el 22 de Noviembre de 1882; en Mayo de 1883 los periódicos de la ciudad de México anunciaban el descubrimiento de los Placeres de oro, refiriendo el hallazgo de masas de una libra cuatro adarmes, y de quince onzas siete adarmes de oro de la ley de veinticuatro quilates. Habia comenzado sus trabajos el Sr. Mejía en la primera cañada que registró

Murillo y que hoy lleva el nombre de "La Descubridora;" establece cerca de ese punto su campamento, planta en forma sus denuncios y abre sobre el creston de la veta una mina á la que llama "La Aurora," y que es la que da nombre á dicho campamento. Gambuzinos, especuladores y comerciantes acuden desde puntos muy lejanos al ruidoso descubrimiento de los Placeres; la escasez de agua hace imposible su permanencia en la localidad; no todos pueden irla á buscar hasta cinco leguas de distancia á que se encuentra el pequeño *bateque* de las "Palomas;" el especulador llega á vender á real el vaso; el agua disminuye por el aumento progresivo de los concurrentes, y un dia en que se discutió sobre el modo de vencer esa dificultad, acordaron profundizar el *bateque;* lo que les dió mejor resultado, pero no el agua bastante para todas sus necesidades.

Los gambuzinos trabajan en desórden y se extienden por las diversas cañadas de la localidad; todos sacan oro, no empleando para el efecto más que bateas y la fuerza de sus pulmones para hacer una concentracion por medio del aire, despues de haber separado á mano las granzas en que no ven partículas de oro, y quitando las arenas de grueso mediano y fino, recogen el oro perceptible encontrando alguna vez en los registros de las cañadas masas de oro puro hasta el tamaño de 15 centímetros y peso de 86 onzas.

No hubo quien en las peores condiciones dejara de sacar oro por valor de ménos de $ 3 al dia. Llegó á haber 300 gambuzinos.

Con excepcion de la del Sr. Mejía, no habia empresas formales; y sujeto el trabajo de los gambuzinos á la venta diaria del oro producto de su trabajo, venia á cambiarse por agua y comestibles que les proporcionaban los que los llevaban para trueque por el codiciado metal. Los efectos subian de precio á medida que se producia más oro. A su vez los gambuzinos que trabajaban por cuenta ajena se hacian pagar mejor.

El Gobierno general fijó su atencion sobre las noticias que recibia del descubrimiento; noticias exageradas, que le trasmitia, como las tenia tambien el Gobierno Político de la Península; y dictó con prevision y sabiduría las medidas necesarias, tanto para el aseguramiento del órden y la moralidad en la nueva poblacion que anunciaba formarse rápidamente, cuanto para procurar por el

conocimiento del negocio, el desarrollo minero. Para lo primero se tenia presente el horroroso estrago que causó la cuadrilla aventurera en los Placeres de la Alta California el año de 1847.

Una fuerza federal de 100 infantes del 8º Batallon llega á situarse á orillas de la playa en el Golfo de California, en la punta conocida por "La Trinidad," distante 30 leguas de los Placeres, y que se habilitó de puerto provisional para la entrada de víveres y herramientas. Se ordena la construccion de una línea telegráfica de La Paz al nuevo Mineral, para salvar los desiertos y dictar con mayor oportunidad las medidas necesarias generales y locales; se acuerda el establecimiento de una imprenta para dar publicidad en los Placeres á los pregones de los denuncios y á las disposiciones generales que se dictaran; se habilitan 10 mulas para la conduccion de las municiones de boca y guerra de la fuerza, y se nombra una Comision científica exploradora del territorio, que tomando por punto objetivo de su primer estudio el del reciente descubrimiento, se extendiera en seguida en todos los ramos de sus conocimientos para dar á conocer con exactitud las producciones actuales de la Península, y que procurara el Gobierno su mejoramiento en todos sentidos.

Publicistas conocidos han descrito la historia de la Baja California, describiendo su colonizacion, con datos tomados de los archivos de la Península, reseñas y noticias generales sobre la apariencia de su desconocida riqueza; pero nada preciso, nada oficial ó particular que dé á conocer todo el territorio en sus producciones minerales, con excepcion de una descripcion de la region austral, del Sr. Profesor D. Antonio del Castillo, que con sus exactas apreciaciones geológicas y mineralógicas, publicó en una edicion del *Siglo XIX*, el año de 1861, la que con ampliaciones y rectificaciones reprodujo el año último de 1884 *El Minero Mexicano.*

El Gobierno fija su atencion; puede y necesita ya saber lo que las circunstancias, el tiempo y las enormes distancias no le permitian averiguar oportunamente. Si en el interior del Territorio hay aún que atravesar grandes desiertos y llevar consigo provisiones que no bajen por lo ménos para la alimentacion de un mes, ha pasado, sin embargo, el tiempo en que consumada la independencia de México en Setiembre de 1821, se proclamaba apénas en San José del Cabo en Febrero de 1822.

Es posible que estemos cerca del tiempo en que no trascurran como ahora, algunos meses en el interior de aquel Territorio, permaneciendo ignorados é ignorantes de la Patria y de lo que pasa en el resto del mundo.....

Tomadas por el Gobierno todas las determinaciones indicadas para el fin que se propuso, parece que el destino ha querido aún aplazar el verdadero conocimiento de este pedazo de tierra conocido generalmente sólo por su nombre. La carestía y dificultad de víveres, la falta casi completa de agua, y el no encontrarse oro en la abundancia que se deseaba, comenzaron á introducir lentamente, primero el desaliento, y en seguida el pánico entre los primeros pobladores de los Placeres, y á hacerlos desertar, á pesar de su deseo de riqueza. Una compañía de cincuenta aventureros que llevaba personalmente á su cabeza como capitan á Nelly Coshman, capitalista de Tombstone, atraviesa con su cuadrilla desde Arizona al territorio de México, navegando en seguida por el Golfo de Cortés, desde el puerto de Guaymas; y salvando la serranía del Territorio, llega, llena de penalidades, á pié y sedienta, á los Placeres, donde permanece unas cuantas horas, contramarchando en seguida sin intentar trabajos para enriquecerse, segun sus propósitos, porque le horroriza el pensamiento de continuar sedienta en un clima ardiente, y ántes que morir de sed, vuelve sobre su camino abandonando su proyecto, ya que no encuentra el oro para recogerlo con palas. Gambuzinos de los Placeres dieron unos tragos de agua de sus caramañolas á Nelly y socios, que caminaban desorientados y dispersos en busca de agua. A ella, ya desfallecida, lo mismo que á otros de sus compañeros, los han salvado casualmente de la muerte en su tránsito de la playa á Calamahí, D. Manuel Riveroll, Ramon Rosas, Joaquin Acuña y Cayetano Gutiérrez.

El desfile de los gambuzinos continúa; sus trabajos imperfectos no les dan á todos el oro, que sólo pueden apartar, á lo visto, con su sistema impropio de concentracion, y dejando en las arenas lo que sólo por otros procedimientos se puede recoger; se ausenta el mayor número, y permanecen unos cuantos animados á la resignacion por el buen viento que les sopló en la explotacion de sus cañadas, y otros por la imposibilidad de moverse. Con estas noticias baja el crédito de los Placeres; la gente que iba en

aquella direccion regresa á sus hogares; la fuerza federal no necesita avanzar de "La Trinidad," porque la poblacion no se forma; la prensa no es indispensable porque no hay denuncios que pregonar, y en cuanto al telégrafo, se suspende su construccion, quedando prevenido el hilo que lo ha de formar.

Era el mes de Agosto del año de 1883. La fiebre amarilla hacia sus estragos en la costa del Pacífico. La Comision científica nombrada por el Gobierno para la exploracion del Territorio, se componia de los Ingenieros siguientes:

Manuel de Anda.—Jefe de la Comision.
Luis de Anda.—Geólogo.
Juan José Matute.—Topógrafo.
Agustin H. Gutiérrez.—Topógrafo.
Alberto Ruiz Sandoval.—Agrónomo.
Fortino Paredes.—Ayudante general.

El dia 22 del expresado mes de Agosto llega la Comision, á las siete de la noche, al puerto de San Blas; á las dos de la tarde del dia siguiente, 23, se embarca en el vapor "San Blas," haciendo una travesía de feliz apariencia, pues todo el personal de la Comision iba animado de las mejores intenciones y lleno de las más lisonjeras esperanzas que colmarian el éxito de sus trabajos científicos, haciendo aparecer la luz en la oscuridad de un terreno que no parece á primera vista en la mayor parte de su extension, más que apropiado para la vida del salvaje. Ese contento, esa satisfaccion pudo haberse turbado si desde que subieron á bordo los pasajeros se hubieran apercibido que habia un enfermo en el barco. Un enfermo de gravedad; llevaba la fiebre amarilla. Un enfermo de distincion; era el Contador del vapor.

Minutos ántes de anclar el buque en Mazatlan, á las diez de la mañana del 24 de Agosto, espira el Contador, y la Comision tiene noticia de los últimos momentos del moribundo, llegando sólo á saber que iba enfermo de calenturas. El bote de la capitanía da la noticia de que habia una fiebrecita en el puerto. La Comision con este motivo discutió en si desembarcaba en Mazatlan ó si seguia en el mismo vapor hasta San Francisco y de allí se dirigia por tierra á los Placeres. Este pensamiento lo apoyaba Luis de

Anda, quien parecia impresionado por la noticia de lo que ocurria; un presentimiento lo inclinaba á que se alejaran de aquel punto. Por término de la discusion se acordó que bajaran á tierra los que tuvieran las órdenes de pago en la Jefatura de aquel puerto, agenciarian su pronto despacho, y tomarian datos más pormenorizados sobre la fiebre, llamada entónces "El Nickel" en aquella localidad. A pesar de aquel acuerdo, bajaron á tierra todos, á las doce del dia, con excepcion de Luis de Anda, que permaneció á bordo. Despues de hablar con varias personas, creyeron que la enfermedad era una calentura ligera, y que si bien la generalidad de la poblacion estaba atacada, eran muy raros los casos de gravedad. Apoyados en esto, y por no haber llegado aún de México las órdenes de pago para los Ingenieros Ruiz Sandoval, Matute y Paredes, no queriendo, por otra parte, el Jefe que se dividiera la Comision, y manifestando además el Ingeniero Gutiérrez que no podia seguir adelante, pues si bien era cierto que él no esperaba órdenes de pago, no tenia tiempo para hacer efectivo el cobro de una libranza á su órden, se decidió que permanecieran todos en aquel punto, volviendo D. Manuel de Anda á bordo para comunicarlo á su hermano D. Luis, y verificar el desembarque de los equipajes é instrumentos de la Comision. A las cinco de la tarde, con excepcion del Ingeniero Gutiérrez, que ya se habia instalado en el hotel del Pacífico, tomaron los demas alojamiento en el hotel Iturbide, adonde dos dias despues se trasladó el Ingeniero Gutiérrez. Una vez allí todos, comenzaron á oir noticias alarmantes, las que tomaron mayor proporcion al dia siguiente de su arribo, en que se decia que la epidemia era la terrible fiebre amarilla, y que al mismo tiempo que el de la Comision, se habia verificado el desembarque de otros enfermos que iban á bordo del "San Blas." Con estas noticias, decidieron los hermanos Anda tomar pasaje en un barquito de cabotaje que se hacia á la vela para Guaymas en la tarde del 26, ofreciendo á sus compañeros los fondos necesarios para el viaje, con objeto de que no quedaran expuestos á la fatal epidemia por tener que esperar de México sus órdenes de pago. Este plan no pudo ponerse en obra: personas respetables y de experiencia creyeron que era conveniente que la Comision se dirigiera á cualquiera de los puntos del interior adonde aún no llegaba la peste, y esperar allí la marcha de

los sucesos. Con este objeto, en la diligencia que debia salir para el Rosario á las seis de la tarde del dia 27, se tomaron pasajes para los Sres. Manuel y Luis de Anda, Ruiz Sandoval y Fortino Paredes. El Sr. Matute, creyéndose salvo ó ménos expuesto, por haber vivido largo tiempo en los climas malsanos de la costa, ofreció quedarse en espera de los pagos hasta el dia 29, y que si no los recibia marcharia siempre en aquella fecha á reunirse con sus compañeros, agenciando fondos con las relaciones que tenia en la poblacion. El Sr. Gutiérrez manifestó que no tenia intenciones de salir. La mano del destino marcaba el camino de la Comision; cuatro dias eran sobrados para emponzoñar la sangre de los viajeros de la Mesa Central, que debian pagar un terrible tributo en el litoral, adonde el fatídico mal hace sus estragos funestos en los séres que no han nacido bajo la influencia de toda la presion atmosférica.

Matute y Gutiérrez, algo aclimatados á la zona de la costa, salen salvos del mal, pero no sanos; Ruiz Sandoval, nacido en la costa de Veracruz, no tiene más cuidado que por sus compañeros, y los hermanos Anda y Fortino Paredes sucumbieron, víctimas de la enfermedad.

El 27 de Agosto todo estaba listo para la marcha; pero desde en la mañana comenzó á notarse en Luis de Anda una tristeza y abatimiento ajenos á su carácter, por naturaleza alegre y expansivo: sus compañeros procuraron distraerlo y desimpresionarlo del asunto del dia y de sensacion que de una manera alarmante se referia por todas partes. Todo fué en vano; á mediodia Luis era presa de la fiebre, y en la tarde ya no pudo verificarse la salida proyectada para el Rosario. El 28 enfermó el Ingeniero Gutiérrez: los facultativos no veian á ninguno de gravedad: el 29 en la mañana se agravaron, y además ese dia fué atacado, de una manera alarmante, el Ingeniero Matute: el 30 de una manera benigna, enferma el Sr. Paredes y mejora el Sr. Gutiérrez; lo mismo se creyó del Sr. Luis de Anda. El Sr. Matute estuvo ese dia grave, y los médicos daban pocas esperanzas de salvarlo; sin embargo, en la noche hace crísis la enfermedad y se le manda dejar la cama al siguiente dia 31, fecha en que es atacado el Ingeniero D. Manuel de Anda, y se levanta el Sr. Gutiérrez. El estado de los Sres. Paredes y Luis de Anda no era nada satisfactorio. El 1°

de Setiembre se agravaron. A falta de personas que quisieran asistir á los enfermos, pues todos corrian, todos se excusaban con el natural temor del contagio, el trabajo pesaba sobre el jóven Ruiz Sandoval, quien con el mayor esmero y cariño fraternal cuidaba siempre á sus compañeros, con una solicitud extraordinaria, rara, cuando fácilmente se encuentra en la humanidad que los deudos huyen del infestado, abandonándole mucho ántes de llegar sus últimos momentos.

El jóven Fortino Paredes, despues de haber luchado con la serenidad y entereza de las almas grandes contra la muerte, que se cernia sobre su cabeza, animado y ayudado por sus compañeros y amigos los Sres. Ruiz Sandoval y Matute, sucumbe á las dos de la tarde del dia 2 de Setiembre, en brazos de sus hermanos de trabajo, que se ven obligados tres horas despues á conducirlo á la última morada.

Las terribles fatigas é impresiones de ese dia agotan de nuevo las fuerzas del Sr. Matute, y en medio de aquella consternacion queda en pié el jóven Ruiz Sandoval, que no acaba de reparar sus fuerzas con el sueño inquieto de esa noche, cuando es llamado violentamente para acudir á la habitacion de los hermanos Anda, donde espira Luis á las seis de la mañana del dia siguiente.

Cinco dias sobrevive Manuel á su hermano Luis, los que pasó trasladado á la casa de una buena mujer que lo asistió durante su enfermedad. Fuertemente afectado con la muerte de su hermano, y su moral perdida, reagravó su situacion, y dejó de existir el dia 8 de Setiembre del año citado.

La pluma se resiste á describir la situacion penosa y angustiada de los hermanos Anda: los dos jóvenes, los dos dejando en su hogar dignas esposas y tiernos hijos que les hacian aún conservar su luna de miel. El disgusto, la incertidumbre de Luis por bajar á tierra, la situacion violenta de Manuel y la ansiedad por salir de Mazatlan con todos sus compañeros, que estando ya postrado, les suplicaba que se alejaran de la poblacion. Amargaba los últimos momentos de su existencia el recuerdo de su familia y la muerte de su hermano que por sus conocimientos formaba parte de la Comision.

Esos recuerdos, esa angustia, esa amargura, concluyeron con la moral de Manuel, y la terrible enfermedad no tuvo ya sugeto que

la resistiera. Manuel, el dia que se despidió para siempre del jóven Ruiz, le dejó algunas frases de recuerdo para que las trasmitiera á las familias huérfanas que dejaban él y su hermano.

Debe constar que la ciencia apuró sus recursos con los pacientes; que todos los miembros de la Comision fueron atendidos eficazmente por el buen Dr. D. Jesus Caravantes y por el digno Jefe de Hacienda D. Manuel Sevilla, lo mismo que por otras excelentes personas y amigos de la poblacion.

El Gobierno multiplicaba sus telegramas para que salieran de la poblacion los que pudieran hacerlo, y encargaba á los enfermos á la Jefatura de Hacienda, para que fueran asistidos de la manera más eficaz, y que nada quedara por hacer.....

¡Todo fué inútil!

La Comision quedó desorganizada de esa manera, que bien pudiera llamarse trágica. A la órden del Gobierno, el Ingeniero Gutiérrez, aún en convalecencia, se dirigió á San Blas, trasbordándose en pequeñas y malísimas embarcaciones costeras, para tomar de ahí el camino á su casa en Guadalajara. Matute, en gran estado de debilidad, sigue para el Mineral de Pánuco con su compañero Ruiz, que de nuevo le prodiga otros cuidados en la penosa travesía que hacen en un mal carruaje, peor aperado.

El Ingeniero Ruiz recibe órdenes del Ministerio para desempeñar trabajos de su profesion en el Estado de Sonora, y el Ingeniero Matute, algo repuesto en Durango, adonde habia llegado con su compañero Ruiz, toma por Zacatecas el camino para dirigirse á Guadalajara, residencia de su familia, adonde va á concluir su convalecencia y á esperar, como el Sr. Gutiérrez, órdenes del Ministerio.

Las familias de los miembros de la Comision que perecieron, fueron debidamente atendidas por el Gobierno.

La fiebre amarilla, que cebó su saña esta vez en los habitantes de las costas del Pacífico, tuvo su mayor desarrollo en los puertos de Mazatlan y Guaymas: en el primero pereció, el 30 de Agosto de 1883, la malograda y eminente actriz Ángela Peralta, y la habian precedido algunos de sus compañeros, entre ellos el profesor Dr. Pedro Chávez Aparicio, cuyo raro genio artístico, así como sus conocimientos profesionales en medicina, no eran nada comunes.

La epidemia causó en las poblaciones invadidas el mayor número de víctimas entre los extranjeros y forasteros. El número de defunciones en las poblaciones de Culiacan, Cosalá, Mazatlan y el Rosario, en el Estado de Sinaloa, en el término de dos meses, más ó ménos, que duró la enfermedad en todo su desarrollo, fué de mil quinientas cuarenta y una, que dan los datos oficiales.

Guaymas, Hermosillo y otras poblaciones en el Estado de Sonora, fueron igualmente infestadas, y se exagera el número de víctimas. En la Baja California llegó igualmente á causar su estrago la enfermedad, en los puertos de "La Paz," "Mulegé," bahía de la Magdalena, y otros puntos de ambas costas, en los Partidos del Sur y del Centro de la Península.

La relacion lastimosa de personas de las distintas clases sociales de las poblaciones invadidas, da á conocer que si fueron grandes los estragos de la fiebre, se aumentaban con el pánico de los habitantes; siendo en algunos casos precisa la concurrencia de gente obligada para asistir á los enfermos y enterrar los cadáveres.

En las poblaciones de aquellas costas hay una enfermedad que se desarrolla periódicamente en el verano, y á la cual se le da el nombre de "El Tonto;" el año de 1883 se bautizó en Mazatlan con el nombre de "Nickel;" y tomaba proporciones á medida que avanzaba la estacion de los fuertes calores. Este mal no fué conocido en la presente época con todos sus horrores, sino hasta el año mencionado. Era la fiebrecita de que dió noticia el bote de la Capitanía del puerto á los pasajeros del "San Blas" al fondear en Mazatlan el 24 de Agosto de 1883.

Segun los datos de un manuscrito original de D. Antonio de Osio, que tengo á la vista, se refiere: Que los habitantes de la Baja California, y especialmente los de San José del Cabo, sufrieron el año de 1824, todas las penalidades que son consiguientes á las enfermedades de larga duracion que causan las calenturas intermitentes, refiriendo como cosa notable y de sensacion, que hubo dia en que llegaron á morir hasta cinco personas. No habia presenciado el Sr. Osio los estragos de la fiebre amarilla que en esta época horrorizó tanto como el viajero asiático.

Las poblaciones invadidas por la fiebre tenian la apariencia de estar subyugadas á un terrible invasor. Los giros paralizados, las

casas cerradas, las calles desiertas; todos huian del contagio: apénas la policía, en cumplimiento de un deber, se prestaba á separar del lecho mortuorio á la víctima, luchando alguna vez con los dolientes, que entre lágrimas y desesperacion pedian tiempo para dar sepultura al cadáver en las términos acostumbrados. Una necesidad imperiosa y de circunstancias obligaba al cumplimiento de esta disposicion.

CAPITULO II.

Reorganizacion de la Comision, su nuevo personal, instrucciones para la exploracion del territorio.—Camino seguido por los miembros de la Comision.—Golfo de California.

Pasadas las causas por las que el Gobierno se vió en la necesidad de suspender temporal y prudentemente las operaciones de la exploracion, determinó que la Comision se reorganizara de nuevo, y en ella ingresaron los Sres. Ingenieros topógrafos Matute y Gutiérrez, quedando el nuevo personal formado de la manera siguiente:

Ingeniero en jefe, Joaquin M. Ramos.
Idem topógrafo, Juan José Matute.
Idem idem, Agustin H. Gutiérrez.
Ayudante general, ingeniero Eduardo Martínez Baca.

Se suprimieron las plazas que en la Comision anterior debian dedicarse exclusivamente al estudio geológico de la Península y á los trabajos del ingeniero agrónomo, quedando todas las materias de estudio que se habian señalado en la primera Comision, asignadas á la nuevamente nombrada, para que fueran resueltas conforme á la instruccion y conocimientos profesionales de los ingenieros.

En las instrucciones generales se previene hacer el estudio geológico de los terrenos en que se encuentran los Placeres auríferos, procurando en la exploracion recoger fósiles que den á conocer la geología del terreno, determinar y clasificar los criaderos, su composicion mineralógica, leyes docimásticas, condiciones de explotacion, elementos con que para ella se contaran. Previsto todo para hacer un estudio detallado y detenido, no sólo de los Placeres auríferos, sino del Territorio en toda su extension, con objeto de

promover lo necesario por el Gobierno para el desarrollo y progreso material de la riqueza de aquella Península.

Las instrucciones generales dicen á la letra lo siguiente:

"El Presidente de la República ha tenido á bien disponer se sujete vd. á las siguientes intrucciones en el desempeño de su comision de estudio y exploracion del Territorio de la Baja California, teniendo tambien presentes las que se dirigieron al Jefe político del mismo Territorio, de las que acompaño á vd. un ejemplar:

1ª Hacer un estudio geológico de los terrenos en que se encuentran los Placeres auríferos nuevamente descubiertos, ampliándolo con la descripcion topográfica y el estudio litológico y estratigráfico de las localidades en que se encuentra.

2ª Procurar en la exploracion recoger fósiles cuyo estudio dé á conocer la geología del territorio.

3ª Determinar y clasificar los criaderos, indicando las condiciones geognósticas de su yacimiento, su composicion mineralógica, sus relaciones geológicas, precisando las sustancias explotables que tengan, su distribucion, leyes docimásticas y el número de los que hayan sido explotados y de los que actualmente estén en explotacion.

4ª Determinar la importancia industrial de los diversos criaderos que se encuentren, su expectativa probable, condiciones de su explotacion y elementos con que para ella se cuente, proponiendo los medios más adecuados para adquirir los que falten y de superar los inconvenientes que se presenten para el desarrollo de las explotaciones.

5ª Indicar los lugares más adecuados para el establecimiento de oficinas metalúrgicas ó para la explotacion de frutos minerales, estudiando los medios de trasporte, costo probable del beneficio de los metales, y en general tomar nota de todas las circunstancias que puedan favorecer la explotacion de los criaderos.

6ª Estudiar los tratamientos metalúrgicos más convenientes, segun la naturaleza de los frutos, los medios de establecerlos y adquisicion de los ingredientes necesarios.

7ª Estudiar las ventajas é inconvenientes que pueda presentar la exportacion de los productos del Territorio.

8ª Hacer extensivo el estudio de los criaderos á las canteras que produzcan materiales de ornato, de construccion y para usos

de la industria, y fijarse en la exploracion de los yacimientos de combustibles minerales.

9ª Hacer el estudio más completo posible de todos los materiales de construccion de la Península, formando colecciones de ellos, de acuerdo con las circulares de esta Secretaría, fechas 15 y 25 de Agosto de 1882.

10ª Tomar además, y remitir á esta Secretaría, coleccion de las rocas minerales y fósiles de las localidades exploradas, así como tambien las colecciones zoológicas y botánicas que fuere posible formar.

11ª La Comision hará tambien el estudio de la perla y de su explotacion, así como el de la orchilla. Todos estos estudios quedan á cargo y responsabilidad del Jefe de la Comision, quien para expeditar sus trabajos y hacerlos fructuosos, distribuirá las materias de estudio y operaciones anexas y necesarias de la manera que lo juzgue conveniente entre los ingenieros que forman el personal de la Comision, teniendo presente que para el adelanto de la geografía y cartografía mexicanas, se deberá determinar astronómicamente la posicion geográfica de los puntos de importancia y notables para la configuracion de la Península, ampliando estos trabajos con las operaciones topográficas necesarias. Igualmente se hará el estudio topográfico de los terrenos que abriguen criaderos minerales ó yacimientos de combustible fósil, y de las islas, ensenadas, bahías, corrientes de aguas, etc., que designe esta Secretaría, cuyos trabajos se completarán con observaciones termométricas psychrométricas é ipsográficas, compatibles con los trabajos de campo de los ingenieros de la Comision.

Se deberán formar croquis de los caminos y vias que se recorran y perfiles longitudinales, formando itinerario con el modelo que se dé. A fin de que las excursiones parciales de cada uno de los miembros de la Comision sean del mayor provecho posible y contribuyan al estudio y conocimiento de los recursos que presente el Territorio, se recomienda que cada ingeniero, sin perjuicio de su trabajo, haga anotaciones de todo lo que encuentre de interes en los ramos que le sean conocidos de mineralogia, geología, botánica y zoología, así como respecto de los elementos climatológicos, poblacion, estadística en general, etc., etc., conservando estas anotaciones en libreta independiente de las que tengan

la consignacion de los datos del terreno y los resultados de los cálculos que han de servir para las construcciones. Los ingenieros y demas personas que forman la Comision tienen bajo su estrecha cuenta y responsabilidad, el cuidado y conservacion de los instrumentos, útiles y enseres que se les confien para el trabajo, y están obligados á dar cuenta de sus operaciones y presentar sus apuntes y trabajos al Jefe de la Comision, en los términos y tiempo que éste les prescriba.

Se faculta al Jefe de la Comision para resolver en un caso dado los puntos no previstos en las presentes instrucciones, así como para poder extender el estudio á otros puntos y localidades que no se hayan mencionado, quedando tambien autorizado para extender los estudios á la Alta California, en caso conveniente. Informará mensualmente al Ministerio sobre los trabajos ejecutados, indicando los progresos realizados en el período que abrace el Informe. Al fin de cada año fiscal rendirá un informe que abrace los trabajos ejecutados en el año, relacionados con los practicados anteriormente.

Libertad y Constitucion. México, Diciembre 27 de 1883.—P. O. del S., *M. Fernández.*—Sr. Ingeniero Joaquin M. Ramos, Jefe de la Comision Exploradora del Territorio de la Baja California. —Presente."

Secretaría de Fomento, Colonizacion, Industria y Comercio.—México.—Seccion 4ª—Núm. 4,922.—"Le acompaño á vd. una copia de las instrucciones que esta Secretaría mandó extender para el Sr. Ingeniero Agrónomo C. Alberto Ruiz Sandoval, que como tal estuvo asociado á la Comision Científica Exploradora de la Baja California, encomendada al presente, aunque sin la cooperacion del Ingeniero Agrónomo, á la ilustrada direccion de vd., á quien se recomiendan el estudio y los trabajos prevenidos en las instrucciones referidas, esperándose de su eficacia y celo por los adelantos de México, que se esforzará para asegurar la consecucion de las noticias y datos relacionados en las instrucciones.

Libertad y Constitucion. México, Enero 3 de 1884.—P. O. del

S., *M. Fernández*, O. M.—Señor Ingeniero Joaquin M. Ramos, Jefe de la Comision Científica Exploradora de la Baja California. —Presente."

"Las instrucciones á que deberá vd. sujetarse en el desempeño de su cometido, son las siguientes:

1ª Estudiar todos los cultivos establecidos en la Península, ver hasta dónde pueden extenderse, y lo nuevo que pueda introducirse.

2ª Formar tablas de la produccion agrícola, con sus valores, así como de ganadería, estudiando con relacion á esto último los forrajes empleados y los que puedan introducirse.

3ª Formar datos para la estadística, de los brazos con que se cuente.

4ª Estudiar las industrias establecidas así como sus recursos.

5ª Formar datos con respecto á las enfermedades dominantes.

6ª Remitir periódicamente á esta Secretaría ejemplares de la Flora y Fauna de la Península.

7ª Procurar recoger el mayor número de datos para hacer un estudio comparativo entre las producciones de la Alta California y la Baja, y así poder juzgar qué de lo establecido en la primera pueda introducirse en la segunda.

Es copia. México, Enero 4 de 1884."

Secretaría de Fomento, Colonizacion, Industria y Comercio.—México.—"Al desempeñar la Comision de Exploracion de la Baja California, pasará vd. á la Colonia de "Tecate," á fin de que impuesto del estado que actualmente guarda, y obrando de conformidad con las instrucciones adjuntas, proponga lo que convenga á su progreso y buena marcha, segun se expresa en la 5ª de las mismas instrucciones; acusando entretanto, á esta Secretaría, el correspondiente recibo.

Libertad y Constitucion. México, Diciembre 23 de 1883.—P. O. del S., *M. Fernández*, O. M.—Al Ingeniero Joaquin M. Ramos. —Presente."

Instrucciones que deberá observar la Comision Exploradora de la Baja California, respecto de la Colonia de "Tecate."

1ª Establecida la Colonia de Tecate, en virtud del art. 9º del decreto de 14 de Mayo de 1861, y de la resolucion acordada en 18 de Agosto de 1879, se expidieron 46 títulos á otros tantos colonos, con fundamento de dichas disposiciones y las aplicables del diverso decreto de 14 de Diciembre de 1874; siendo la superficie de cada lote la de dos caballerías de tierra, ó sean 85 hectaras, 59 aras, 6 centiaras, tomados estos lotes de 35,112 hectaras 20 aras, superficie total asignada á la Colonia, segun se ve en el plano levantado al efecto.

Las citadas disposiciones, la lista nominal de los colonos y el plano de la Colonia, van unidos á estas instrucciones.

2ª Al cumplir con la instruccion que por separado se le da á la Comision, relativamente á que determine astronómicamente la posicion geográfica de las poblaciones, comprenderá en éstas á la Colonia de Tecate, haciendo además un reconocimiento á fin de detallar los elementos con que cuenta para su desarrollo; ya respecto de si tiene agua, monte, calidad de sus tierras, etc., y ya respecto del estado en que se halle, del número de sus habitantes, agricultura, industria y ocupaciones en que se emplean; así como la organizacion política y civil que se le haya dado á la misma Colonia.

3ª Como en el plano que se formó para su establecimiento no se marcó el lugar en que debia establecerse una poblacion, ni los terrenos destinados en ella para panteon, hospital y demas edificios de uso público, así como plazas, calles, etc., que requiere la Colonia en relacion con su censo y aumento probable que éste prometa tener, la Comision marcará ese lugar eligiendo el más á propósito por sus condiciones favorables, cuidando de darle la conveniente orientacion y de que las manzanas tengan la debida regularidad, y el resto del terreno lo subdividirá en lotes numerados con la superficie ya expresada de 85 hectaras, 59 aras, 6 centiaras, y con figura regular, formando al efecto el respectivo plano.

4ª Como por no estar marcados los lotes cuando se expidieron

los relacionados 46 títulos á los colonos, no se pudo expresar en esos títulos la ubicacion de cada lote, y por eso se previno que quedaban obligados á remitir los planos correspondientes, segun se ve en la resolucion de 18 de Agosto de 1879, que en copia se adjunta; y como dichos colonos aún no han cumplido con tal remision, la Comision investigará si están ó no ocupando las porciones que se les concedieron: y á los que las estén poseyendo se marcarán regularizandolas, obligándolos á que las acoten, reduciéndose por supuesto cada una á la superficie de 85 hectaras, 59 aras, 6 centiaras, que es la titulada, y señalándose á esos lotes el número que les corresponda, conforme á la subdivision constante en el plano y con sujecion á las reglas prescritas en la anterior instruccion. Los lotes que de los relacionados 46 títulos resulten que no han sido ocupados por los mismos agraciados, se estimarán vacantes si no hubieren pasado por sucesion ó venta á otros individuos, y por lo mismo la Comision procurará, por todos los medios posibles, recoger los títulos de esos lotes vacantes, y los enviará á esta Secretaría.

5ª La Comision, en vista del estado que guarde la Colonia, de los elementos con que actualmente cuente, y de los que en su concepto necesita y se le pueden proporcionar, extenderá un informe claro y circunstanciado, consultando las medidas que juzgue adecuadas y fáciles de practicar, para fomento y progreso de la misma Colonia.

6ª Si para la ejecucion de estas instrucciones necesitare del auxilio de la autoridad, ocurrirá en demanda de él al Jefe político de la Baja California, ó al Juez de Distrito; á quienes con tal objeto ya se les da conocimiento del asunto.

México, Diciembre 26 de 1883.—*M. Fernández*, O. M."

Por el exámen detenido de los documentos anteriores, se viene en conocimiento del que el Gobierno trató de adquirir de todas las producciones del Territorio y de las circunstancias especiales de aquella localidad, para decretar á su tiempo las medidas conducentes á la prosperidad del Territorio. Por desgracia las circunstancias del erario obligaron al Gobierno á suspender los tra-

bajos, los cuales no era de ninguna manera posible, en el espacio de siete meses que pudo la Comision permanecer en el Territorio, extender á todos los puntos que comprenden las instrucciones que recibió. Sólo el estudio de los placeres quedó comprendido en las instrucciones especiales para aquella localidad, y pendiente lo que aquí no se refiere, en relacion con las mismas instrucciones. Eso no obstante, quedará dada idea en lo posible, aunque de una manera general, sobre la riqueza del Territorio, y más tarde podrá el Gobierno mandar completar estos trabajos para el fin que se propuso, que es tambien el del engrandecimiento y prosperidad nacional.

Recibidas las anteriores instrucciones con mayores ampliaciones verbales, dadas por el Sr. Secretario de Fomento para el mejor éxito de los trabajos, se comunicó órden á los Sres. Ingenieros Matute y Gutiérrez, residentes en Guadalajara, de que se dirigieran al puerto de la Paz, via Mazatlan, para recoger en este puerto los instrumentos que la Comision anterior habia depositado en la Jefatura de Hacienda del Estado de Sinaloa. El Jefe de la Comision, con el Ingeniero Martínez Baca, tomó el camino de Paso del Norte aprovechando los tramos construidos del Ferrocarril Central que estaban en explotacion en Febrero del año de 1884, época en que la nueva Comision se encaminaba á la Península de la Baja California; y haciendo la travesía por territorio de los Estados Unidos del Norte, se dirigió á la Aduana mexicana fronteriza de Nogales para seguir por el ferrocarril de Sonora, llegando á Guaymas el domingo 17 de Febrero del año citado, habiendo hecho el camino desde la Capital hasta el último punto, en 10 dias. Hoy se hace en la mitad de ese tiempo.

De Guaymas era necesario dirigirse á La Paz, Capital del Territorio, para arreglar con el Gobernador político los asuntos oficiales en que debia ponerme de acuerdo con él, segun las instrucciones recibidas para expeditar la marcha para los Placeres; lo cual se verificó haciendo la travesía de mar del puerto de Guaymas á la Paz en 24 horas, en el vapor "Sonora."

Reunido ya en el último puerto todo el personal de la Comision, el camino ménos incómodo y más corto para dirigirse al centro del Territorio, punto de sus operaciones, debia hacerse en parte por mar, volviendo al puerto de Guaymas. Si hubiera sufi-

ciente número de embarcaciones para viajar cuando es necesario, se facilitaria el trasporte; pero no es así, y no hay más que optar por lo ménos malo, aprovechando la primera oportunidad para salir.

La Baja California abraza de Norte á Sur una extension de sólo doscientas leguas, contadas entre los grados de los paralelos en que se encuentra comprendida; pero como la Península corre de N.O. á S.E., resulta que la diagonal tiene una longitud de más de 300 leguas, y que para ir de la Paz á los Placeres, por tierra, hay que andar ciento setenta leguas por camino sólo de herradura, el cual se multiplica por lo muy accidentado del terreno, todo desierto, siendo indispensable un guía especial para ir á hacer noche á alguna miserable toma de agua. En consecuencia, es mejor hacer directamente la travesía por mar, de Guaymas á Mulegé, aunque sufriendo los inconvenientes propios del trasporte en incómodas embarcaciones menores. El paso de Guaymas á Mulegé se hace en buque de vela, habiendo buen tiempo, en ménos de veinticuatro horas. Al tiempo de hacer esta travesía habia una calma reinante, y se emplearon sesenta horas.

GOLFO DE CALIFORNIA.

La triple travesía que hice del Golfo de California, me proporcionó el admirar los animales que lo pueblan, en una variedad extraordinaria de clases, tamaños y colores.

Abunda el pez volador, saltando á intervalos con movimientos uniformes, en bandadas, y dispuestos tambien en hileras uniformes, como las mitades de una compañía; y en número de ciento y más se ven venir en movimientos giratorios, y describiendo arcos de cicloide otros peces, del tamaño de cuatro, cinco, seis y más piés, á los que se les da el nombre de "puercos marinos," conocidos más por "cochinitos;" su cabeza afecta en la boca la forma de la trompa de un puerco. La hermosa ballena no se perdió de la vista desde Guaymas á Mulegé, disparando sus columnas de agua, muchas de un tamaño lo ménos de 90 piés: el feroz tiburon, de largo hasta de 30 piés, que lleva muchas veces consigo sobre una de las aletas, pegado, un pequeño pez, que hace vida parási-

ta sobre él, y que se refiere lo destruye, lo mismo que á otros monstruos marinos: he visto ese pez unas veces sobre la aleta del tiburon y otras á su lado: se le da el nombre de Piloto. Refiriéndose á este animal, dice el "Diccionario de Ciencias é Industrias," en el párrafo 2º folio 255:

"El Piloto es un pececillo de unos 30 centímetros de largo, que habita las mismas regiones que el tiburon, á quien acompaña muy á menudo, y parece que le señala la presa."

Toninas, Carey fino, Tortuga grande verde, más conocida en aquellas costas con el nombre de "Cahuama;" Foca ó Becerro marino, más conocido por lobo, por ser su cabeza semejante á la del lobo terrestre, manso y curioso animal vivíparo, con dos zarpas, un apéndice por cola, anfibio que poco se aleja de la orilla.

Creo de interes el relato de J. Ross Browne sobre los animales del Golfo de California, y lo traduzco á continuacion:

"Casi todas las especies y variedades de peces especiales para el plato, que hay en las costas del Mediterráneo, en las costas de Europa, en las Indias Occidentales y en el Atlántico, se encuentran en las aguas de la Baja California, y en mayor abundancia que en cualquiera otra parte. Su número es increible; habiendo muchos de una belleza extraordinaria y de brillantes colores. Los misioneros y turistas dan testimonios acordes de la variedad de formas y figuras de los animales del Golfo de California.

"Peje espada.—Pez de tamaño gigantesco. Se encuentra en las aguas de California: han llegado á atacar los buques, dejando su espada en el casco. Un pez singular se encuentra en estas aguas, el "Ojo de buey:" es una especie de "Pescado Sol" (sunfish), y tiene solamente un ojo grande del tamaño del de un buey, colocado en el centro de la parte superior del cuerpo.

"Tiburones.—De diversas clases y tamaños se encuentran en todos los puntos y bahías; entre ellos se encuentran "el brillador" y el de "cabeza de martillo;" algunos son del tamaño de 30 piés, y pesan hasta 1,000 libras.

"Manta-raya.—Es un pez terrible de enorme fuerza, astucia y ferocidad, y es más temible para los buzos que cualquiera otro animal. Al anclar en la Paz fué capturado uno de estos monstruos, despues de un trabajo inmenso de algunas horas para arponearlo y lancetearlo. Durante la lucha, desarrolló una fuerza

extraordinaria, llevándose un bote armado á remolque y bien afianzado, con una velocidad inmensa; media 17 piés de ancho por 11 de largo, sin contar la cola, que estaba provista de una espina; tenia el animal en el centro un grueso de 3 piés, su boca provista de dos enormes y filosas quijadas (sin dientes), que median cerca de 26 pulgadas de una á otra parte, ocupando el espacio entre estas dos aletas singulares, que se desprendian desde la cabeza en forma de cuernos. Su peso se estimó en 3,000 libras. Es muy semejante al pez llamado "Diablo del mar," del Mediterráneo.

"Octopod, ó Gran Pulpo.—Pescado de tinta, ó "pescado Diablo;" un gigante molusco, que suelta su tinta para enturbiar las aguas cuando es perseguido. Se aloja en las cavidades de las rocas á lo largo de las costas, particularmente en los mares de aguas tranquilas, donde permanece entre las algas marinas en acecho de su presa. Sus brazos, que están provistos de discos planos y dispuestos para la succion, tienen desde 10 hasta 20 piés de largo. Con estas armas prende, envuelve y ahoga su presa, que poco despues devora á su placer con su formidable pico sucsor.

"Aves marinas.—En toda la travesía se ven alcatraces, zarapitos, gallaretas, palomas, patos y la graciosa gaviota, que se presenta en el dia á la hora de refectorio, á recoger los resíduos de la mesa y cocina que se arrojan á la mar.

"El Golfo de California, llamado mar de Cortés ó mar Bermejo, presenta en muchos lugares de su extension unas manchas aparentes de color rojo de ladrillo, más ó ménos vivo. Estas manchas proceden del conjunto de particulillas del mismo color, y fueron notadas desde las primeras excursiones de los españoles. Se han examinado y calificado de animalillos infusorios, cuyo conjunto forma en diversos puntos, de una manera intermitente y en toda la extension del Golfo, las manchas aparentes, todas iguales y del mismo modo en lo que yo he recorrido. Estoy en la inteligencia de que no hay diferencia en todos estos infusorios, y aventurando una especie, digo: que las manchas de color más vivo y siempre del rojo del ladrillo quemado que se ven en el agua á poca distancia de la superficie, son la especie viva, y las de color más oscuro, la misma, muerta.

"En la obra americana "La Costa Occidental de México," ex-

pedicion del Narragansett, publicacion de 1880, refiriéndose á este punto, se dice lo siguiente: "que el cirujano Tomás H. Street hizo una distincion entre las manchas de bermellon de la boca del Golfo, y las de color de ladrillo y corrosivo de las aguas de ciertas partes del Golfo. Las primeras las atribuye á la presencia de innumerables *ciliate infusoria*, suspendidas abajo y á alguna distancia de la superficie de las aguas, y las últimas á la presencia de gran número del *fagellate infusorium*, la *noctelucа miliaris* comun, flotando en la superficie de las aguas, que les dan un color rojo más vivo."

Yo no he podido distinguir ni ver color rojo de bermellon, ni separadas absolutamente las manchas de distintos colores.

CAPITULO III.

Partido del Centro.—Noticias históricas y de estadística.—Clima.—Salubridad.—Producciones.—Valor de la propiedad.—Instruccion pública.—Rentas públicas.—Criminalidad.—Noticias especiales de Mulegé, Capital del Partido.

Una vez la Comision en el puerto de Mulegé, Capital del Partido del Centro, me ocuparé de trasmitir los datos históricos y estadísticos que he podido adquirir de aquel Partido, para lo que he contado con la bondadosa cooperacion de los Sres. Pablo Pozo, Subprefecto del Partido; Lic. Ismael Elizondo, representante del Ministerio Público; José E. Nuño, Tesorero Municipal, y José María Martinez, minero práctico de aquella region.

Este Partido lo forman las municipalidades de Mulegé y Comondú, siendo el puerto de Mulegé su Cabecera, donde residen las oficinas federales, que son: Subprefectura Política, Juzgado de primera Instancia, Ministerio Público, Defensoría de pobres y Juzgado del Registro del estado Civil, existiendo además una seccion aduanal, Administracion subalterna de Correos y del Timbre, y un destacamento de fuerza federal. En cada una de las municipalidades expresadas hay sus respectivos Ayuntamientos, Jueces de Paz, Jueces Auxiliares, Jueces de Seccion y de Campo.

La ley de 22 de Diciembre de 1873 determinó, de un modo vago, los límites de los tres Partidos judiciales que á falta de la division política del Territorio, tuvo necesidad de señalar el Ministerio de Justicia para circunscribir las respectivas jurisdicciones de aquellos. Esta ley dió al Partido del Norte los límites septentrionales de la Municipalidad de Mulegé hasta la línea divisoria entre México y los Estados Unidos; y al determinar los del Partido del Centro, señaló por el Norte los septentrionales de la repetida Municipalidad de Mulegé, y por el Sur la línea trazada

desde el rancho del Mezquiton en la costa del Golfo, hasta los Achemes en la costa del Pacífico, pasando por los puntos de la Picota, Junta de los Arroyos y San Luis. Puede considerarse hoy comprendido entre los 25° 45′ y 29° 30′ de latitud Norte, y los 111° y 115° 10′ de longitud O. de Greenwich.

El censo de la poblacion es como sigue:

	Habitantes.
Mulegé	761
San Ignacio	608
Mineral de Santa Águeda	250
Placeres auríferos de Calamahí, comprendidos entre la seccion de Santa Gertrudis	320
San José Magdalena	78
San José de Gracia y Patrocinio	90
Haciendas y ranchos en general	337
Pesquerías, número flotante	250
Municipalidad de Comandú con sus respectivas secciones	1,979
Que forman el total de	4,673

habitantes, de los cuales son 2,570 mujeres y 2,103 hombres, entre los que se cuentan 12 extranjeros y 8 nacionalizados, pudiéndose calcular un número de 1,000 brazos útiles para el trabajo.

Entre este número de habitantes, hay 20 indios de raza pura, y del resto, el 10 p% de raza blanca pura, y los demas de raza mezclada en distintos grados.

Los historiadores de la Península no han podido fijar con precision la procedencia de las razas aborígenes, y las notas que tengo á la vista sólo dan á saber lo siguiente: que los indígenas que existian en la Península estaban en la más completa ignorancia áun de las cosas más comunes y triviales que sabian los de la Mesa Central; ninguna tradicion sobre su orígen, ninguna leyenda ni fábula sobre su peregrinacion; en una palabra, ninguna cosa que ligara su presente á su pasado; ignorantes como los animales, casi silvestres como las plantas, apénas podian explicar que en otros tiempos una guerra obligó á los vencidos á abandonar el lugar en que vivian. ¿Cuál fué esa guerra? ¿Cuál era el lugar donde vivian ántes? ¿Cuáles los contrarios de que fueron víctimas?

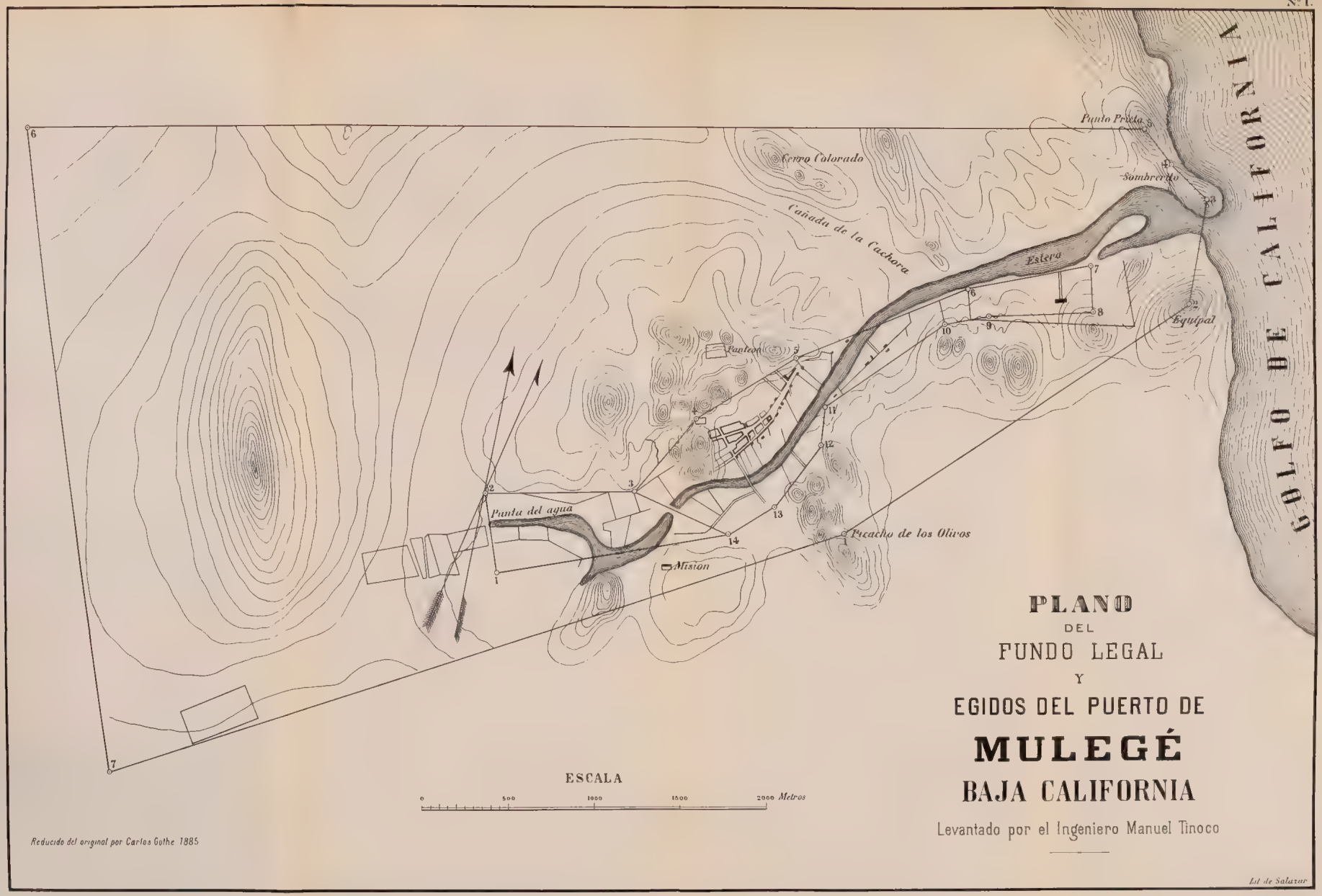
Eso era lo que no podian explicar; lo que, aunque confundido con el cúmulo de años que suponian trascurridos, lo explicaban los mexicanos y texcocanos.

Estas tribus miserables vivian reducidas enteramente al gobierno doméstico de la familia, y muy imperfecto, pues en la mayor parte de esas tribus, aisladas unas de otras, estaba en uso la poligamia. No conocian el cultivo del maíz, ni el del frijol y chile, y se mantenian con raíces del campo y con frutas silvestres, siendo las tunas, pitahayas y biznagas la base principal de su alimentacion. Mujeres y hombres andaban completamente desnudos, y ninguna utilidad sacaban de las pieles ni del pelo de los animales que cazaban; su industria estaba reducida á la construccion de sus armas y á tejer con la fibra de algunas plantas redes imperfectas.

Sin embargo, estos pueblos tan pobres, tan faltos de todo recurso humano, sabian nadar perfectamente; habian descubierto los criaderos de la perla, sacado y abierto las conchas, y entre sus erizos cabellos y su ruda piel, se veian perlas hermosísimas.

Las naciones que habitaban la Baja California eran seis, segun las investigaciones de algunos misioneros, y tres segun otros; pero sólo les llamaron y les llamarémos naciones á la vez, por la diferencia del idioma, no por la organizacion civil, porque como hemos dicho, no tenian ninguna; sino que cada familia vivia separada formando una ranchería, y todos juntos ó separados cambiaban de lugar cuando les parecia conveniente, ó agotaban los escasos alimentos que producian los campos. Las tres divisiones ó naciones á que hemos aludido, eran las conocidas con la denominacion de Mónquis, Colimiés y Pericués. Cada una de estas razas hablaba diferente idioma, y probablemente serian dialectos de una lengua madre que nos es de todo punto desconocida. Además de estas grandes divisiones generales, habia otras rancherías pequeñas, como las conocidas con el nombre ó nombres de los Coras, Guaycuras, Iguanas, Cutguares y otros; pero á pesar de la diferencia del idioma, en sus costumbres, en su aspecto físico y en su modo de vivir, todos eran más ó ménos iguales.

En ninguna parte de la California se encontraron templos ni vestigios de ruinas, ni el más leve indicio de que en otros tiempos hubiese habido una ciudad regular. Los indígenas tenian unas


GOLFO DE CALIFORNIA
Punta Prieta
Sombrerito
Cerro Colorado
Cañada de la Cachora
Estero
Equipal
Panteon
Punta del agua
Picacho de los Olivos
Mision
ESCALA
0
500
1000
1500
2000 Metros
PLANO
DEL
FUNDO LEGAL
Y
EGIDOS DEL PUERTO DE
MULEGÉ
BAJA CALIFORNIA
Levantado por el Ingeniero Manuel Tinoco
Reducido del original por Carlos Gothe 1885
Lit de Salazar

nociones religiosas muy mezquinas é imperfectas, y que aun es de temerse que los misioneros religiosos hayan descrito con alguna inexactitud, deseosos, como siempre lo estaban, de encontrar en estas regiones algunos vestigios de la religion cristiana. Los indígenas de California, segun refieren los misioneros, creian en la existencia de un Gran Sér que llamaban *Niparala*, y de otro igualmente poderoso que llamaban *Wac-Yuparan*. El primero era realmente el dios de la paz, de la mansedumbre y de la bondad, y el segundo era el dios de la guerra y de la justicia.

No es posible precisar la cuestion referente al orígen de las razas primitivas, su idioma, sus costumbres, ni el orígen y etimología de los nombres de las poblaciones que fundaron y habitaron: es un hecho, sí, que la raza se extinguió; y convienen los historiadores en que para esto hubo causas físicas, como la peste, la guerra, la epidemia de viruelas con especialidad; y otras causas morales, como la melancolía, la tristeza y el cansancio del trabajo, á que nunca estuvieron acostumbrados.

Clima.—El temperamento particular de esta region central es muy variado, haciendo sentir sus extremos en las estaciones del estío y del invierno, con la variacion correspondiente á las alturas de los diversos puntos sobre el nivel del mar. En el campamento que tuvo la Comision establecido en los Placeres á la altura de 334 metros 50 centímetros sobre el nivel del mar, la temperatura média á la sombra con termómetro centígrado, fué:

En Abril	19° 80′
,, Mayo	20° 60′
,, Junio	23° 10′
Algunos dias la temperatura máxima á la sombra, en el mes de Junio subió á	36° 00′
La mínima á las seis de la mañana (6 A. M.)	7° 00′
Oscilacion diurna	29° 00′

Los dias eran por lo regular calurosos, pero habia con frecuencia brisas del lado del Pacífico, que refrescaban. En el mes de Abril á las siete de la noche (7 P. M.) se sentia agradable la temperatura, y seguia, por lo comun, refrescando con un aumento constante; y á las tres de la mañana (3 A. M.) el frio se hacia sentir muy intenso en repetidos dias. La niebla que se formaba en la

noche desaparecia hasta las ocho y nueve de la mañana (8–9 A. M.) La tienda del campamento amanecia constantemente húmeda, y algunos dias muy remojada como por la lluvia menuda. En un año no habia habido allí enfermedades dominantes.

En el pueblo de San Ignacio, á 125 metros de altura sobre el nivel del mar, las temperaturas médias en el mes de Julio de 1884 fueron como sigue:

A las 7 de la mañana	22° 00′
A las 2 de la tarde	36° 00′
A las 9 de la noche	30° 00′
Média mínima del mes á (6 A. M.)	15° 00′
Idem máxima del idem á (3 P. M.)	40° 00′
Idem del mes	29° 33′
Durante once dias, la temperatura máxima fué de	42° 00′

En las salinas de "Ojo de Liebre," en la costa occidental de la Península, temperaturas médias observadas en cuatro dias de permanencia en aquel punto en el mes de Julio de 1884:

Máxima	34° 00′
Mínima	15° 00′
A las 7 A. M.	19° 00′
A las 2 P. M.	33° 00′
A las 9 P. M.	23° 00′
Média	25° 00′

En el Mineral de Santa Águeda, costa oriental de la Península, temperaturas médias observadas el mes de Agosto de 1884, en un punto del arroyo de Providencia, situado á 105 metros sobre el nivel del mar:

Máxima	38° 00′
Mínima	19° 00′
A las 7 A. M.	21° 00′
A las 2 P. M.	34° 00′
A las 9 P. M.	29° 00′
Média	28° 00′

En el puerto de Mulegé, en la costa oriental de la Península, temperaturas médias del mes de Agosto de 1884:

Máxima	42° 00′
Mínima	20° 00′
A las 7 A. M.	23° 00′
A las 2 P. M.	38° 00′
A las 9 P. M.	29° 00′
Média	30° 00′

Como se sabe, sólo una serie de observaciones de muchos años puede dar en cada lugar la cantidad de calor que recibe cada año, para deducir la temperatura média y los demas fenómenos meteorológicos; y los datos anteriores, obtenidos en el corto tiempo de la exploracion, no pueden tenerse, ni los presento como resultados definitivos, sino sólo para tener una idea de lo que pasa en aquellos puntos, en las estaciones anotadas con los datos que tomé. Los habitantes de aquella region convienen en general que del mes de Setiembre en adelante el temperamento es agradable, hasta sentir en el invierno los de los puntos más altos sus rigores.

Lluvias.—En otra parte me ocuparé de los cauces cavados por grandes avenidas originadas por tantas tormentas de tiempos muy remotos: que ellas han sido conocidas tambien en tiempos no muy lejanos, lo revela el manuscrito del Sr. Osio, cuando refiere que en la noche del 4 de Octubre de 1817 tuvieron en San José del Cabo una tempestad horrible, la que ocasionó una gran avenida que arrasó las casas, que fueron arrastradas por la corriente, con lo que dentro tenian, y pereciendo 45 personas.

En la época actual se dice que las lluvias no son conocidas periódicamente en esta region. Durante la travesía que hizo la Comision desde la plaza á los Placeres, tuvo que soportar una noche, á la altura de 750 metros sobre el nivel del mar, la lluvia menuda y fuerte que á intervalos continuados caia. Al llegar á los Placeres el dia 25 de Marzo de 1884, los trabajos de explotacion de las cañadas auríferas estaban suspendidos porque hacia un mes que llovia en la localidad: las lluvias no eran torrenciales; los dias eran nublados, é intermitentemente caian lloviznas de más ó ménos fuerza y duracion, que humedecian las tierras auríferas, y no se podia trabajar.

Los vientos reinantes vienen del lado del Pacífico con una direccion média de 34°¼ N. O., teniendo el carácter de vientos regulares en la época de observacion de Marzo á Junio de 1884. La

velocidad, tomando la escala de 0 á 10, varía entre 5 y 7½; no siendo raros los vientos impetuosos de 8¾.

El chamsan hace sentir sus terribles efectos de Junio á Setiembre, siendo el más sensible el de la sed ardiente. La temperatura de la atmósfera, la escasa vegatacion, la corta altura de las montañas de esta region, lo estrecho de la faja que la forma, que en su mayor anchura en aquella parte central mide 200 kilómetros, son otras tantas causas de que falte la fijeza de las nubes en aquel pedazo de tierra, en donde no se desarrolla la electricidad necesaria para aquel efecto. Los vientos impetuosos desbaratan las más veces las nubes formadas, tanto del lado del Pacífico, como sobre la faja que constituye la Península, ó las arrastran al lado del Golfo; siendo las mejores condiciones para las lluvias el que sople el viento del lado del E. En las más favorables para que la caida del agua se determine al paso violento de las nubes del lado del Pacífico al del Golfo, se va desprendiendo á intervalos la lluvia gruesa unas veces, delgada otras, pero bastante á humedecer el terreno. El rocío es muy fuerte: con él viven las plantas que crecen en las montañas, entre las rocas y en las partes bajas cubiertas de muy poca tierra vegetal, y las que sirviendo de alimento á las bestias, tienen bastante jugo para entretener la sed.

En los dias calurosos en que la temperatura máxima á la sombra era de 42° los animales buscaban el agua en los momentos de la sofocacion, y cuando era posible dársela, ya á las cuatro de la tarde que calmaba la fuerza del calor, se refrescaban comiendo las plantas jugosas.

El 21 de Agosto de 1884 cayó una tormenta en el pueblo de San Ignacio: continuaron las aguas con ménos fuerza por cuarenta y ocho horas, y hasta tres dias despues pudieron vadearse los arroyos, que causaron bastantes pérdidas en los jacales y en las hortalizas cercanas á su márgen. Hay sin embargo una queja general de los habitante de esta region por la escasez de las lluvias; refiriendo que fueron casos extraordinarios en el año citado, los que ántes se mencionaron.

El estado de salubridad en general es bueno. La viruela que causaba ántes grandes estragos, se ha modificado mucho por haberse tomado ya precauciones con la aplicacion de la vacuna, y ólo ha quedado en aquellos habitantes la impresion de la fiebres

amarilla del año de 1883, que no dejó de darse uno que otro caso en el pasado de 1884.

Producciones.—La industria principal de la Region Central es la Minería, explotándose los Minerales de Santa Agueda, San Borjas, El Sauz y terrenos auríferos de Calamahí.

La explotacion principal consiste en minerales de cobre de ley média de 22 por ciento, calculándose la exportacion en ocho años, hasta el de 1878, en..... 24,000
toneladas, y á razon de 3,000 toneladas anuales, en los seis años siguientes..... 18,000

toneladas; haciendo un total en más ó ménos 14 años, de..... 42,000
toneladas.

La produccion del oro en los terrenos auríferos fué en 16 meses, contados hasta Julio de 1884, de 6,000 onzas de oro, peso de Troy, con un valor de.....$ 120,000

El oro se pagaba en los Placeres á los gambuzinos á razon de $ 16 la onza de Troy, sacando las 6,000 onzas un costo de..... 96,000

Utilidad calculada.....$ 24,000

ó sea 20 por ciento en 16 meses, ó 1¼ al mes.

Del Mineral de Santa Agueda y de los terrenos auríferos haré un estudio especial en su lugar, dando aquí sólo la idea general de los otros Minerales, por los datos adquiridos y en vista de los ejemplares proporcionados.

Mineral de San Borja.—Se encuentra situado cerca del paralelo del grado 29°, y lo constituyen hasta ahora seis minas descubiertas en aquella region; cuatro de las cuales, representadas por el Sr. José Moraga, se hallan en los preliminares de sus trabajos, por cuya razon no se ha formado estudio alguno sobre sus circunstancias particulares ni sobre las generales de aquel Mineral; y de las dos restantes y en explotacion, pertenece una al Sr. Gorosave, conocida con el nombre de "El Toro," y la otra, "La Luz," es propiedad de los Sres. Molina. La primera ha producido unas 500 toneladas de metal de cobre de una ley de 20 por ciento, y de la

segunda se han extraido unas 70 toneladas de metal plomoso; se ignora la ley; habiendo dado las muestras superficiales reconocidas de aquel punto $ 10 por tonelada. Esta region, cuya explotacion es reciente, puede llegar á adquirir un desarrollo semejante al del Mineral de Santa Águeda.

Las minas hasta hoy conocidas son las siguientes:

1ª "*Los Angeles.*"—Veta con sulfuros y antimoniuros de plata, en matriz de cuarzo, situada en la falda N. del cerro del mismo nombre, frente á la gran bahía de "Los Angeles." Al pié del cerro se encuentra agua potable.

2ª "*Santa Marta.*"—Situada en la misma cordillera, al S. del aguaje mencionado: minerales de cuarzo aurífero; se ha hecho una extraccion por via de ensaye, de 4 toneladas de mineral, que fué exportado en San Francisco y que dió una ley de $ 160 por tonelada.

3ª *Mina de "San Juan."*—Situada al O. del Valle de "Las Animas," que se halla al S. de las dos anteriores y distante 64 kilómetros de la mar. No está reconocida.

4ª "*San Francisco de Borja.*"—Al O. de la anterior, en la parte central de la Sierra, sentadas las dos minas "San Juan" y "San Francisco" sobre una misma veta, robusta, con minerales de sulfuros y sulfo-arseniuros de plata. La ley de los metales es de $ 100 por tonelada.

5ª "*El Toro.*"—Veta de minerales de cobre de mediana potencia, consistente en óxidos, silicatos y carbonatos de la ley dicha.

6ª "*La Luz.*"—Minerales plomosos, galena de grano grueso y sulfo-antimoniuros de plata, cuya ley se ha dicho.

En toda esta region desierta dificilmente puede explotarse la riqueza que encierra, miéntras no haya pobladores y falten la concurrencia del capital y del trabajo, con una acertada y económica administracion.

La negociacion minera llamada "El Sauz," está situada á inmediaciones del puerto de "Loreto," antigua Capital de la Península. El criadero mineral es de cobre, semejante al de la region de "Santa Águeda." Los adjudicatarios primitivos tienen las minas hace más de treinta años en preliminares de explotacion, por falta de elementos para su desarrollo y con la esperanza de hacer alguna vez un buen negocio.

No hay noticias de la cantidad de minerales que han producido estas minas y la cual se ha exportado.

Los productos de órden secundario en ambos Municipios creo que deben concretarse hoy á los ramos de horticultura, cría de ganados, y pesca de "Foca" ó "Lobo marino."

A la horticultura se le atribuye la produccion anual de treinta y cinco mil arrobas de fruta pasada, entre uva, higo y dátil, y ciento cincuenta barriles de vino del país, sin calcular la produccion de semillas, por ser ésta de poca significacion.

Se produce tambien en abundancia la aceituna. No se obtienen suficientemente en esta parte del Territorio ninguno de los artículos de primera necesidad; la costa vecina de Sonora y Sinaloa la surte de semillas y demas artículos indispensables para la vida de los habitantes. No hay maderas de construccion.

En cuanto á la cría de ganado, si en los años anteriores ha sido un ramo de produccion en esta parte de la Península, hoy con toda seguridad puede decirse que no lo es. La falta de lluvias, y por consiguiente de pastos, en un largo período de tiempo, ha reducido el ganado á una cifra que no excede de seis mil cabezas, que como es natnral apénas basta para el consumo diario de las poblaciones. Me refiero al ganado vacuno, pues el mular y caballar ofrece una cifra tan insignificante, que no vale la pena ocuparse de ellos.

En cuanto á la pesca del lobo ó becerro marino, se hace en muy pequeña escala, y podrian conseguirse mejores resultados. Para el lobo marino, "pescar" se toma en su mayor extension de coger ó agarrar. Las lobas salen á dormir y alimentar la cria, que hasta que está crecida comienzan á llevar al agua. En la lobera de los islotes se queda de guardia un macho para dar la señal de alarma. El pescador hábil y diestro, que es además un buen tirador, asegura al centinela, y los otros animales mueren á palos. Por lo general están profundamente dormidos.

En la actualidad se obtienen unos 4,000 galones de aceite al año, equivalentes á 18,173 litros 83 cs., ó quintales 359,05 cs., que se consumen en el alumbrado de las minas. La pesca se hace en los mes de Mayo á Julio. En el año pasado de 1884, el pailebot "Rambler" obtuvo el siguiente resultado de una expedicion:

En 26 de Agosto de 1884, partió de Mulegé al N., y en la Isla de San Pedro Mártir, mató.....	12	machos	8	hembras.
En 30 de Mayo en la Isla de San Lorenzo, idem.....	3	,,	1	,,
En 5 de Junio en la idem de San Jorge, idem.....	9	,,	4	,,
Del 11 al 18 de idem en Cosac, idem.....	75	,,	8	,,
Del 27 al 16 de Julio en la Isla "Angel de la Guarda," idem.....	127	,,	27	,,
Del 17 al 18 de idem en idem del "Espino".....	13	,,	00	,,
Lo que da un total de.....	239	machos	48	hembras.

Producto total de estos lobos 2,160 galones de aceite, equivalentes á 9,813 litros 87 cs., ó quintales 193,88 cs.

Sólo se aprovecharon 172 cueros chicos y grandes, por el tiempo caliente que los pierde.

El máximo de aceite que se saca de un lobo macho que esté en las mejores condiciones es de 90 litros, el mínimo 27 litros. En las hembras el máximo es de 36 litros y el mínimo de 14 litros.

La pesca de la concha-perla es otra de las principales industrias de la costa oriental de esta region: en la actualidad todo el litoral perlífero está arrendado á empresas particulares.

La orchilla es otro de los elementos de riqueza de este Partido. Hay una Compañía que tiene la contrata de la mayor parte de los campos en que se produce.

La propiedad urbana puede estimarse por un cálculo más ó ménos aproximado, en la cantidad de ciento veinte mil pesos, y la rústica en cuarenta mil.

Lo relativo á Instruccion pública puede precisarse del modo siguiente: Existen en la Cabecera del Partido tres escuelas de primeras letras; dos sostenidas por el Erario nacional y una por particulares: de éstas, las dos primeras son servidas por profesores titulados; una es de varones y la otra de niñas; y las materias de enseñanza se circunscriben á lo dispuesto en el plan de estudios y reglamentos vigentes en el Territorio. La de niños tiene treinta y cuatro alumnos, y la de niñas cuarenta y una educandas, con los libros prescritos en dicho plan y reglamento. La escuela particular es de niños, y su preceptor enseña las mismas materias que se cursan en las nacionales. En las demas secciones de los Partidos de Mulegé y Comondú no existe actualmente ningun establecimiento de este ramo.

El término medio de los productos de las rentas de los dos Municipios, es de dos mil pesos anuales; cuyos precarios rendimientos no bastan para cubrir sus presupuestos de gastos ordinarios, y por consiguiente, no se ha atendido ni puede atenderse á ninguna mejora material de importancia.

Criminalidad.—La criminalidad en este Partido judicial del Centro, ofrece ya un numeroso y alarmante catálogo de homicidios; delito muy frecuente y que debe su orígen á la ebriedad, y quizá más que á ella, á la seguridad que tienen los delincuentes de burlar á las autoridades, que sin cárceles seguras y sin fuerza pública que las apoye, están impotentes para ejercer su accion. Innumerables son los casos de homicidio cuyo castigo está pendiente, por la ineficacia de las órdenes que se dictan para la aprehension de los reos prófugos.

La vagancia existe tambien, aunque en pequeña escala, y se origina principalmente de la falta de trabajo. Cuando éste se desarrolle con el aumento de quehacer en las minas y con el establecimiento de talleres que demandan brazos, la vagancia se extinguirá por sí sola; pues la índole del pueblo no puede calificarse de mala, ni sus costumbres de viciosas y corrompidas.

MULEGÉ.

[*Baja Mar.*][1]—Puerto y capital del Partido del Centro, se encuentra situado á los 26° 53′ 32″6 latitud N., y á las $7^h\,27^m\,6^s\,73^{cs}$ longitud O. de Greenwich. (B. y T.)

Las embarcaciones se abrigan en Mulegé despues de pasada la barra, en la desembocadura de un estero, detrás de un cerrito de pórfido, de una elevacion de $34^m\,77$, sembrado todo de conchas idénticas á las de la fauna marina actual. El estero llevó el nombre de rio de Santa Rosalía.

La falda de este cerro por el lado de la mar, ha sido destruida por la accion de las mareas en el trascurso de los siglos, y afecta imperfectamente la forma de un sombrero, siendo conocido por el

1 Se llamó desde la época de la Mision, Santa Rosalía de Mulegé.

"Cerro del Sombrerito." Las embarcaciones menores, hasta de 30 toneladas, son las que fondean y se ponen al abrigo detrás del cerro. Hace algun tiempo llegaban embarcaciones de más porte y surcaban el estero, hasta fondear en la Cachora, cerca de la poblacion, á dos kilómetros al S.E. del actual fondeadero, el que tambien se está ya obstruyendo; tiene apénas dos brazas, y hay puntos en que medí una y media. La entrada del canal se ha cerrado, y tiene un ancho de sólo doce y media brazas, tomadas sonda y medida en la alta marea. Fuera del embarcadero hay fondo de una braza. Los bajos han recibido el deslame de un bordo que forma la presa del "Pueblo," y que sueltan cada año para limpiarla. Además, con las fuertes avenidas en algunos años, las crecientes de los arroyos han roto la presa, y el acarreo ha azolvado el estero, que es ya un gran depósito de cieno y materias pútridas. Las embarcaciones fondeadas al abrigo del "Sombrerito" necesitan de la alta marea para poder zarpar. En la playa, é inmediata al "Sombrerito," hay una enramada adonde está instalada la garita de la seccion aduanal marítima de Mulegé, en cuyo punto hay un empleado que se alterna por semana con otro que está de pié en la oficina, y que con un escribiente y el jefe, forman dicha seccion.

El estero se extiende hasta 4,800 metros, y está alimentado por un ojo de agua termal de 31°72.

La poblacion está formada en una cañada que hácia el N.O. se va abriendo en dos derramaderos ó entradas principales de las vertientes de las montañas; teniendo en su conjunto dos calles principales que corren del N.E. al S.O., separándose de una de ellas una tercera que corre en el mismo sentido que las anteriores, y concurriendo las dos principales á un solo cañon hácia el E. para la salida, costeando el estero en direccion al "Sombrerito."

Mulegé fué una antigua Mision que terminó el año de 1826. La poblacion, en número de 761 habitantes, procede de originarios de las costas de Sonora y Sinaloa, ó sea de "habitantes de la otra banda," como allí se llaman. El edificio de la ex-Mision está deteriorado: es de un estilo grotesco, sin ningun órden determinado de arquitectura; sus muros son de granito de grano grueso, con mica negra, construido sobre la misma roca que forma la base; sus bóvedas son de basalto. El espesor de los muros es de

un metro: allí estaba tambien la casa de la ex-Mision. La fuerza militar destinada á los Placeres se acantonó en aquel punto el año de 1883, á los cuatro vientos, guareciéndose de la intemperie en las ruinas de la casa, y la epidemia hizo que insensiblemente y por la necesidad, fueran ocupando la iglesia los soldados que, sintiéndose enfermos y desfallecidos, buscaron en ella el abrigo natural al mal que los iba agobiando. Pronto quedó convertida la capilla en un hospital, á cuyos pacientes no habia ya quien pudiera atenderlos. Las imágenes fueron bajadas á un jacalito de la poblacion, adonde se encuentra hoy establecida la parroquia; no habiendo vuelto á hacerse uso de la capilla que está situada en la parte más al O. y elevada de la poblacion, por estar profanada, segun la declaracion del párroco. El grado de antiguo abandono de aquel edificio, lo revela su campanario, que tenia seis campanas, y sólo hay los restos de cuatro, que tienen en los pedazos que quedan, marcada la fecha del año de 1717; no pudiendo descifrarse los nombres que tenian los pedazos que les han mermado los que se han llevado el cobre. La parroquia pobrísima de Mulegé suple, sin embargo, á las necesidades de sus feligreses. Las casas entresoladas son unas de adobe y techo de terrado ó techo de palma que ha construido la poblacion moderna, y muchas de construccion primitiva de carrizo y palma. Los edificios principales y de regular construccion, son: la casa de la Prefectura, la del Juzgado de Letras y la de la oficina de la Aduana. Hay otros edificios particulares ó casas de habitacion, tambien de buena construccion.

Los habitantes de esta poblacion, la más importante de la Region Central, son pacíficos, de buenas costumbres é inclinados al trabajo. Familias muy apreciables y de buena educacion é instruccion. La mujer, por naturaleza es hermosa en Mulegé; hermosura que realza la brillantez de su pupila, su tez rosada, y muchas muy blancas: y así como es característica la marca del fierro en los dientes, con que se dan á conocer algunos habitantes de Durango, es esencial aquí lo blanco y nacarado de la dentadura que tienen las muleginas, de verdaderas perlas de magnífico oriente, engastadas en corales. La mujer en Mulegé se ocupa con especialidad de las labores del hogar, y cuando las ha dispuesto, compone su tocado sin los afeites del arte, porque no los necesita,

y consulta su Moda Elegante, pues le agrada en su pueblo tener arreglado su traje á los caprichos de la moda, aunque sin lujo, pero con la sencillez y elegancia que da el buen gusto. El hombre, dedicado en general á los trabajos del campo y de mar, no se ocupa mucho de su persona, y no parece á veces en su casa el jefe ó miembro de una familia distinguida. Se acicala y tiene tambien listo su traje para ponerse de etiqueta cuando el caso lo requiere.

Dificilmente se consigue un criado en Mulegé. El buceo de la concha perla, las embarcaciones dedicadas al cabotaje y la horticultura son los elementos vitales de aquella localidad; donde no produciéndose lo suficiente para la alimentacion, hay que importarlo de las costas vecinas y de los Estados Unidos.

El ojo de agua proporciona el regadío de las huertas cuyas casas quedan á lo largo del canal de uno y otro lado del estero: estas huertas se inundan con las avenidas de los arroyos. La tierra puede dar mejor producto: se cosecha buena naranja, lima, limon, dátil, higo, granada, uva y aceituna de superior calidad; y maíz, trigo, frijol y otros productos de hortaliza. La vega á lo largo del estero tiene una bonita vista que le dan las palmeras, el naranjo, la parra y los cañaverales.

Ya hablé del clima en esta poblacion.

El pórfido y el basalto que forman las elevaciones que circundan la poblacion, se abrieron paso al través de las capas de la mica-pizarra y de la pizarra arcillosa.

En muchos puntos se ha descompuesto el feldespato del pórfido, resolviéndose en arcilla.

No se conoce en este punto formacion mineral determinada, no obstante que alguno habla de vetas que no llegué á ver.

A lo largo del estero y en la playa, se encuentran la mica, el feldespato y el cuarzo formando las arenas.

CAPITULO IV.

Salida de la Comision de Mulegé á La Trinidad.—Viaje por la costa.—Camino á los Placeres.—"Arroyo de los franceses."—Extranjeros perdidos y muertos en aquel punto.—"La Angostura."—Cuesta de San Juan.—Santa Gertrudis.—Llegada á los Placeres.—Disposicion de los trabajos.—Habitantes en los Placeres.—Víveres.—Agua.—Fuentes brotantes.—Vegetacion.—Medios de mejoramiento.

Estando próximo á hacerse á la vela para la Trinidad el pailebot "Breve-Lidio," de veintidos toneladas, en él arregló su viaje la Comision, zarpando del puerto de Mulegé á las nueve de la noche del mártes 18 de Marzo de 1884.

Una calma espantosa durante muchas horas de la travesía, y un tiempo desigual, molesto y poco favorable, por minutos, hizo desagradable la navegacion, que sólo se amenizaba con el buen humor de los compañeros de viaje, entre los que iba D. Cayetano Mejía, y con el buen trato á bordo por el capitan D. Francisco Fierro. El Sr. Mejía fué nuestro excelente guía y compañero hasta los Placeres, allanándonos, como buen conocedor, todas las dificultades del camino, las que ayudaba á vencer, teniendo á nuestra disposicion su persona y sus elementos de viaje. La travesía por mar, que debió ser sólo de unas cuantas horas, para recorrer noventa y cinco millas, se hicieron en dos dias y medio, llegando á la Trinidad á las once de la mañana del viérnes 21 de Marzo de 1884, fondeando el pailebot en tres y media brazas en los momentos que comenzó á soplar fuerte el viento del N. O.; y con alguna violencia tuvimos que desembarcar, siendo conducidos á la playa en la canoa del pailebot, el que se hizo luego á la vela para pasar en alta mar el fuerte viento, buscando en la tarde otro abrigo cerca de la costa, donde no hubiera los peligros de la ensenada de "La Trinidad."

Al segundo dia pudo el pailebot echar á tierra su carga, consistente en provisiones para los Placeres, nuestros equipajes, instrumentos y útiles de campaña.

La Trinidad.—Este punto lo constituye una ensenada que está al Norte de la "Punta de la Trinidad," y la cual es de mal abrigo y mal fondeadero para toda clase de embarcaciones. Al Norte de esta ensenada está la bahía de "San Francisquito," que tiene ménos malas condiciones para habilitar por esta parte de la costa la entrada á los Placeres; y el motivo de haberse fijado en la Trinidad fué el de que en sus inmediaciones hay unas salinitas adonde los indios de Santa Gertrudis bajaban desde tiempo inmemorial en busca de sal, y tambien al buceo de la perla. Debe haber habido algun Placer regular; y allí, en "La Trinidad," existen infinidad de restos de concha-perla, y unas pilas construidas por los Jesuitas, donde ponian en aquel tiempo en digestion las ostras.

Siendo conocido ese punto, y quedando inmediato á la cañada que conduce á Santa Gertrudis, en él se fijaron para habilitar un puerto adonde se arribara con las provisiones para los Placeres, y que fuera la entrada por mar de los que se dirigian á aquel lugar.

En "La Trinidad," sobre un médano de 14 metros de altura, se construyó, por disposicion del Gobierno, una casa de madera que debió servir como departamento oficial para todo lo que se relacionara con las autoridades y oficinas que debian instalarse allí.

Se abrió un pozo que dió agua bastante salobre, y en una mala barraca se alojó el encargado de cuidar la casa de madera, el que vino á ser una especie de consignatario para estar despachando á los Placeres las provisiones que desembarcaban en aquella playa. Al encargado de aquel lugar se le daba oficialmente el nombre de "El Playero."

El camino desde Mulegé hasta "La Trinidad," se hizo casi teniendo la costa á la vista. Se pasa por la bahía y la punta de "Santa Inés," entre la costa y las islas de "Santa Inés," "San Márcos," y "La Tortuga," el islote de "Los Lobos," ensenadas de 'San Lúcas" y "Santa María," punta de "Santa Águeda," Cabo, de "Las Vírgenes," bahía y punta de "Santa Ana" y ensenada de "San Cárlos."

En la serranía hay tres montañas notables, conocidas con el nombre de "Las Tres Vírgenes," encontrándose en una de ellas

el volcan apagado del mismo nombre: la montaña más elevada de este grupo se empieza á distinguir bien á poco que se sale de Guaymas. En su lugar me ocuparé de referirme especialmente á "Las Tres Vírgenes."

Las montañas de la Sierra que se aproximan á la costa del Golfo con pendientes rápidas, y cuyas bases en muchos lugares reciben la accion de las mareas determinando fuertes acantilados, son de pórfido traquítico, presentando en su falda y hasta más de media altura la toba pomosa, con el curioso aspecto á la distancia, de grandes celdillas de un panal, que no son sino multiplicadas cuevas sobre las que los aborígenes tienen la idea de que fueron cavadas expresamente para habitaciones de los gentiles, como llamaban á sus antepasados.

El 22 de Marzo á mediodia salia la Comision de "La Trinidad" para Calamahí. El primer lugar en que fijé mi atencion fué un arroyo, al que mi guía dió el nombre de "Arroyo de los Franceses." Allí terminaron sus dias unos extranjeros que entraron hace cinco años al Territorio en busca de unas minas de oro inmediatas á Santa Gertrudis: uno de ellos que estuvo ántes por aquel punto, y que por alguna circunstancia llegó á conocer, tuvo el buen deseo de enriquecerse con el producto del oro de aquel criadero, para lo que fué en busca de elementos.

El punto que llamó mi atencion estaba marcado con unas piedras, por las que inquirí, informándome el guía, que allí habian muerto de hambre y de sed unos franceses que buscaban minas de oro, y que habian perecido, quedando unos huesos que daban testimonio de aquello, los que podiamos encontrar y ver entrando á los matorrales. Efectivamente, á poco andar, dentro de las breñas, encontré y recogí un *fémur humano* de 0m.45 cs. de largo, que pertenecia á un sér que tuvo probablemente una estatura de 1m.67 cs.

Mi guía era Juan José Rábago, é iba en compañía nuestra con el carácter de mozo, Manuel López. Los otros señores Ingenieros de la Comision venian distantes de mí una hora de camino, y hasta la mañana siguiente les dí noticia de mi hallazgo, y examinado el hueso por mis compañeros, ántes de ninguna referencia de mi parte, el señor Ingeniero Gutiérrez dijo desde luego que aquel hueso era de un sér humano.

Tomados los datos para lo que llamaré "Historia de los Franceses," me dió unos Antonio Murillo y otros Tirso Martínez, ambos gambuzinos de los Placeres.

Martínez me refirió, que yendo por la costa para Mulegé, encontró en el punto consabido, los restos de dos cadáveres, y que se conservaban dos frazadas en una correa, dos eslabones, una cachimba de raíz de mezquite con pico de carrizo, una hilacha con cuatro y medio reales, y otros trapos.

El paso por aquellos lugares desiertos y sin prevencion de los caminantes, se hace procurando dejarlos lo más pronto, y hubiera sido necesario que llevaran algo con que cavar una fosa para sepultar aquellos restos, que quedaron siempre mal cubiertos, y que los animales se encargaron de trasladar.

La Empresa se componia de cuatro individuos, que entraron por el Rosario, habilitados con provisiones y agua en tres burros. Estuvieron en el rancho de San Fernando, y uno de los cuatro, que no quiso aventurar la expedicion, confiada sólo al buen conocimiento del jefe de ella, titubeó al ver las vacilaciones del compañero, y se decidió á dejarlos, volviéndose á buen tiempo para el Rosario por el camino por donde habian entrado. Más intrépidos los otros, y fiados en la pericia del promovente, que por haber estado una vez en el terreno se creyó seguro para dirigirse á Santa Gertrudis, con su estrella polar tomó rumbo distinto, y perecieron todos. El salvo quiso al fin del tiempo averiguar de la riqueza y paradero de sus compañeros, de que no tenia razon, y comisionó á José Cañete, vecino de San Ignacio, con quien confirmé las anteriores noticias, para que los buscara. Cañete, animado por alguna circunstancia para ir en su busca, los rastreó (es su expresion), y al cabo del tiempo encontró en el desierto las huellas bien perceptibles, de donde pudo traducir lo siguiente: Perdida la vereda de la entrada para la cañada que va directamente á Santa Gertrudis, la hicieron por otra más al Norte frente á Calamahí; se desorientaron: uno murió, dos sobrevivieron y se comieron los burros. Al fin salieron á la playa del Golfo, al arroyo que lleva el nombre de "Arroyo de los franceses." Allí tomaron agua salobre de un pozo inmediato á la mar. José Cañete se volvió á dar razon de lo que habia visto, sin ocuparse de más.

¡Cuál seria la horrorosa situacion de aquellos desgraciados,

muertos de cansancio, hambre y sed, en esos desiertos, teniendo por techo el cielo azul y la mar á su frente!.....

¡Cara pagaron su imprudencia! Un guía en el terreno los hubiera conducido por los aguajes de Santa Gertrudis á cumplir su objeto.

El primer dia de nuestra salida de la Trinidad, fuimos á hacer noche á un punto conocido con el nombre de "La Angostura," por pararse en un lugar estrecho, en el fondo de un gran arroyo, en apariencia cortado á pico, pero que en realidad no es más que un paso cavado por las corrientes: Allí hay un bateque.

Para llegar á quel punto habiamos hecho la travesía por unas montañas que quedan á sus flancos, y por las que el paso, aunque demasiado incómodo, no tiene los grandes peligros de algunos puntos del fondo de la barranca que va á salir á la playa. En la Angostura nos encontrábamos, á la altura de 275m. S. N. M. El frio era intenso. Unos durmieron en la mitad de la barranca, y otros respaldados en la roca, como fué el medio ménos malo y conveniente para cada uno. Habiamos andado ese dia siete leguas; al siguiente seguimos subiendo por camino fragoso, hasta encontrar un paso á la altura de 960m. S. N. M. en la cuesta de "San Juan," teniendo á nuestros flancos alturas de 1,050 y 1,120m. S. N. M.: descendimos en seguida, deteniéndonos á hacer noche en la cuevita de "San Juan," á 750m de altura S. N. M. Ese punto no prestaba comodidad ni para un mediano abrigo, y el nuestro fué toda la noche, cubierta de niebla, una fuerte llovizna y un viento helado del N. O. En aquel lugar habia un aguaje, y era necesario aprovecharlo, sin poder seguir adelante, porque lo quebrado y fragoso del terreno no permitia que avanzaran mucho más las acémilas en que llevábamos nuestros útiles y provisiones. Habiamos caminado solamente cinco y media leguas.

De aquel punto seguimos descendiendo al dia siguiente, haciendo la travesía de la Sierra por un camino áspero, lleno de voladeros, quiebras, pedregoso, intrincado, con muchas breñas y grandes saltos, hasta llegar con cinco y media leguas á Santa Gertrudis, que está á 345m. de altura S. N. M., y donde pudimos pernoctar mejor, por haber pasado la noche bajo una enramada de aquellas casas.

Santa Gertrudis.—Es una ex-mision situada en la cañada,

en medio de la Sierra de su nombre. La capilla y las casas anuncian un estado de próxima ruina. Hay un ojo de agua que da 600 litros por minuto; corre por una acequia en un espacio de 200m., y se resume despues en el fondo de la cañada. Hay otro ojo de agua que está azolvado. Los habitantes, que se reducen á diez, y cuya poblacion está aumentada con motivo del paso de la gente para los Placeres, cuando les ocurre ocuparse en algo, echan una poquita de agua á los pedazos de tierra de que disponen, para regarla. Se alimentan con el producto de su mal cultivo, cosechando verdura, dátil, aceituna, y lo que buenamente da la vegetacion en aquel pedacito de tierra, en el que hay buen pasto con el que se mantienen unas cuantas vacas. La carne la tienen de la caza cuando quieren comerla.

La ex-mision de Santa Gertrudis tenia el año de 1778 más de mil habitantes: en 1857 contaba sólo con cuatro, y con motivo de los Placeres está aumentada al número dicho de diez. Quedó reducida al miserable rancho que hoy existe, al extinguirse la mision, emigrando los pobladores á San Ignacio.

El campanario, hecho de granito, de la localidad, y separado de la iglesia, conserva cuatro campanas en buen estado, que tienen marcados los años de 1735 y 1737; en dos de ellas se ven los nombres de "San Ignacio" y "Santa María." La construccion de esta ex-mision es semejante á la de Mulegé, y se conserva en mejor estado que aquella. En la Capital habia una imágen de Santa Gertrudis, otra de la Vírgen, un Crucifijo, y unos cuadros al óleo de Rafael, siendo uno del Apóstol San Pedro y otro de Santa Rita. Ornamentos y Misales de la antigua capilla, sirvieron de pasto para nido de las ratas, y convirtieron en basurero el lugar en que estaban amontonados. El Cura de Mulegé, D. Pedro Beher, de orígen frances, de paso por Santa Gertrudis para los Placeres, mandó quemar aquellos restos, cuatro dias despues que estuvo allí la Comision.

Al siguiente dia, despues de subir y bajar otras montañas de la Sierra, en las mismas condiciones que las anteriores, entramos á un valle regular, por terreno accidentado, y caminando siempre por veredas una distancia de doce leguas, para llegar á los Placeres á las cuatro de la tarde del mártes 25 de Marzo de 1884.

Desde la entrada á la Trinidad no era posible comenzar á ha-

cer el estudio detenido de aquella region, y seria demasiado pretender hablar de ella por el exámen y vista de ojos al paso, que sólo sirvió para tener idea del estudio que se iba á hacer.

A mi salida de los Placeres volví sobre aquel trayecto para tomar con detencion los datos en que fundar el estudio geológico de que daré cuenta en su lugar.

La Comision, desde que fué iniciada, habia tardado, por las causas referidas, en comenzar sus operaciones en los Placeres que habian originado su nombramiento. La idea dominante era llegar á aquel punto cuanto ántes, para tener el más pronto é inmediato conocimiento que debia comunicarse al Gobierno. Con sacrificios, con penalidades y privaciones, á pesar de llevar los recursos necesarios, se instalaba la Comision en el campo de sus trabajos, teniendo por alojamiento una tienda de campaña, de lona, proporcionada en Guaymas al precio de costo por el Sr. Scott, Superintendente del Ferrocarril de Sonora, para quien llevé carta de recomendacion especial de mi caballeroso maestro el Sr. D. Sebastian Camacho.

La tienda tenia el espacio necesario para el alojamiento en campaña de los cuatro Ingenieros, y además se hicieron tres barracas de tallo de dátil cimarron con techo de zacate, destinando una para oficina de ensaye, estudio y despacho, otra para comedor y almacen de víveres, y la tercera para la cocina; disponiendo todo con acuerdo de los compañeros, de la manera que mejor se podia en aquel desierto, para atender á las necesidades de la vida y del trabajo.

Disposicion de los trabajos.—Concertado el plan de operaciones con los mismos compañeros, á cada uno se le señaló su trabajo, quedando los topográficos á cargo de la seccion especial, y los geológico-mineros á cargo del Jefe y del Sr. Ingeniero Martínez Baca, teniendo además todos y cada uno encomendadas y señaladas operaciones secundarias, de acuerdo con el plan de las instrucciones y compatibles con su encargo. Mi primera operacion fué hacer un reconocimiento de todo el terreno mineral, en compañía del Sr. Martínez Baca, adquiriendo todos los datos y pormenores para comunicar inmediatamente al Gobierno el interes minero que presentaba aquella localidad, lo cual verifiqué remitiendo el primer Informe á la Secretaría de Fomento, tres

dias despues de instalada la Comision; y mes por mes, seguí remitiendo los informes parciales en que comprendia el progreso de los trabajos de la Comision, el estado minero, produccion y circunstancias especiales en que se iba encontrando la localidad, indicando los medios de mejoramiento que en concepto de la Comision debian ponerse en planta y desarrollarse para el mejoramiento del Mineral, con objeto de que el Gobierno, si lo estimaba conveniente, dispusiera lo conducente á aquel fin. Aquellos informes fueron aprobados por la Secretaría y puestos en conocimiento de la superioridad, que ordenó su publicacion sucesiva en el órden en que eran remitidos, en el *Periódico Oficial* de la Nacion.

El Sr. Ingeniero Martínez Baca se encargó de volver al terreno para indicar á los señores Topógrafos la extension que habiamos señalado como indispensable para el levantamiento, comenzando la Seccion respectiva, unida, sus operaciones para conocer su terreno, señalando el conveniente para el establecimiento y medida de la base y eleccion de sus vértices, quedando más tarde encargado de la triangulacion el Sr. Matute; y el Sr. Gutiérrez, de los detalles, en los que quedarian comprendidas siete cañadas en explotacion, con el señalamiento de las pertenencias que se les habian adjudicado á los denunciantes al tiempo de la posesion. Al Sr. Matute, además, se le encargó del levantamiento del plano y perfil del camino de los Placeres al puerto de Santo Domingo, y al Sr. Gutiérrez parte de las observaciones psichrométricas que debia hacer con dificultades, por falta de aparatos especiales. El mismo Sr. Gutiérrez, asociado con el Jefe de la Comision, hizo el estudio para determinar las coordenadas geográficas de la localidad, y la declinacion magnética. La Seccion topográfica fué además encargada de recoger de cada vértice de la triangulacion, ejemplares de las rocas que encontrase en cada punto de aquella, así como de los demas terrenos donde ejecutara sus operaciones. El Sr. Martínez Baca quedó encargado especialmente de la oficina de ensaye, y de formar el catálogo y hacer la clasificacion de las rocas que recibiera, habiéndole señalado además otros puntos generales para el estudio de los Placeres, de los que daré cuenta á su vez.

Los ejemplares que entregó la Seccion topográfica fueron los siguientes:

Del vértice D, un ejemplar de cuarzo lechoso y dos ejemplares de basalto.

Del vértice C, tres muestras de granito, y entre ellas, una de granito gráfico.

Del vértice M, dos ejemplares de pórfido granítico.

Con el Sr. Matute estuvo el Sr. Martínez en el vértice F, de donde recogió los ejemplares pertenecientes á aquel punto, que constan en el catálogo respectivo; y estuvo en mi compañía el Sr. Martínez, á visitar todos los vértices de la triangulacion y á recoger los ejemplares de los puntos de donde faltaban, así como á hacer conmigo el estudio de ellos, con excepcion de los vértices N, Ñ y O, adonde no pudo concurrir porque acortándose el tiempo para levantar el campo, tuvo que quedarse en la estacion del campamento, para concluir la clasificacion de las rocas recogidas en aquel terreno, procediendo en seguida á su empaque para remitirlas, como se remitieron, á la Secretaría de Fomento. El Sr. Gutiérrez recogió además un ejemplar de siliza-pizarra, con brunoespato y venas de espato calizo de la cañada rica, el cual consta en el catálogo de los ejemplares que yo recogí en el resto de la expedicion.

Todas las operaciones se procuraron ejecutar en el ménos tiempo posible, no sin luchar con las dificultades consiguientes á la falta de gente para los trabajos de campo de la Comision, y con los precios excesivos que se querian hacer pagar. Una vez terminadas las operaciones de campo de la Seccion topográfica, y teniendo en cuenta el mal estado de la salud de los Ingenieros, de comun acuerdo con ellos mismos dispuse que se trasladaran á Mulegé, donde contando con mayores recursos para la vida, y fuera de las penalidades y privaciones que teniamos en el campamento, pudieran atender á su salud, conciliando aquella atencion hasta donde fuera posible con los trabajos de gabinete que allí debian ejecutar y que habrian de figurar en la reseña general con que se daria cuenta al terminar el primer año fiscal. Llevaron consigo todos los útiles precisos para cumplir aquel objeto, y además las instrucciones necesarias para trabajar, segun el plan de operaciones que se desarrollaba. Para el caso de que ántes de mi presencia en Mulegé hubieran terminado el trabajo señalado, recibieron nuevas instrucciones de los asuntos de que deberian ocu-

parse, relativos siempre á los de su profesion, relacionados con los de la Comision.

El Sr. Ingeniero Martínez Baca deberia quedarse conmigo en el campamento, para continuar la exploracion á las "Salinas de Ojo de Liebre," á "San Ignacio," al "Volcan de las Vírgenes" y demas puntos intermedios; pero el dia 9 de Junio emprendimos los dos una expedicion para reconocer la serranía que está al N. de los Placeres y el arroyo de "San Luis." Estuvimos dos dias en la Sierra, y el segundo de la expedicion nos llovió desde el amanecer, hasta las nueve de la noche que regresamos al campamento. La noche anterior la habiamos pasado casi á cielo abierto, en el aguaje de "Las Palomas." La mala alimentacion, la fatiga del cansancio y del trabajo, en un clima variado, expuestos en la mayor parte del tiempo á los rayos de un sol ardoroso; sin más distraccion que siempre el trabajo, porque no habia otra diferencial; con muy tardías y extemporáneas noticias de lo que pasaba en la patria y en el hogar, fueron motivos más que suficientes para que el estado físico y moral se abatiera, y que de una manera muy pronunciada afectara á mis compañeros, los que pudieron en mucha parte vencer, haciendo en general un esfuerzo y procurando la union amistosa y cordial entre todos.

El Sr. Martínez Baca iba entrando insensible y lentamente en un estado de melancolía y abatimiento; y con la última expedicion á la Sierra de Calamahí, vino á determinársele un principio de reumatismo articular, quedando su espíritu más abatido que ántes, é imposibilitado para trabajar. Su buena disposicion para los quehaceres y su energía para sobreponerse á una mala situacion, lo estimulaban para querer permanecer á mi lado, lo que habria sido injusto é inconveniente; y no contando con recursos en aquel lugar para atender á un enfermo, ni elementos siquiera con que mitigar sus padecimientos, resolví que de una manera absoluta suspendiera toda clase de quehacer, y que en union de sus compañeros se dirigieran juntos á Mulegé, adonde con mejores recursos y elementos podrian atender todos á su salud.

El dia 17 de Junio salieron mis compañeros de los Placeres en direccion á Mulegé: penoso fué el camino para el Sr. Martínez hasta llegar á La Trinidad, donde esperaban encontrar una embarcacion de que se tenia aviso, para dirigirse por mar á Mulegé;

de lo contrario tendrian que seguir por tierra. Las fuerzas del enfermo se iban agotando, y no era posible que continuara por tierra su camino. Al llegar á La Trinidad no habia embarcaciones aún, y el Sr. Gutiérrez determinó continuar por tierra á Mulegé en union de otras personas que seguian aquel camino. El compañero Matute, cumpliendo con los deberes que el caso requeria, y con las instrucciones que para todo evento tenian dadas, permaneció en La Trinidad con su compañero, enviándome aviso de las circunstancias y situacion en que se encontraban. No habia llegado el correo á mis manos, cuando se presentó á la vista de La Trinidad un buquecito que, regresando á Mulegé, condujo á bordo á los Sres. Matute y Martínez, quienes llegaron á aquel punto dos dias ántes que su compañero Gutierrez.

Restablecido por fortuna en Mulegé el Sr. Martínez, se le dieron nuevas instrucciones para que ocupara su tiempo. En aquel punto cada ingeniero se ocupaba de su cometido, y el Sr. Gutiérrez se retiró manifestando que sus circunstancias excepcionales lo obligaban á ello; con lo cual quedaron pendientes los quehaceres que tenia encomendados.

Habitantes en los Placeres.—Segun el padron que se formó, estaban repartidos en tres puntos distantes uno de otro, por el órden en que se encuentran, una legua, como sigue:

	Hombres.	Mujeres.	Niños de ambos sexos.	Total.
Campo del Pozo ó "Colonia Ibarra"	27	22	17	66
Campo de la "Aurora"	28	6	3	37
"Campo Nuevo"	144	18	14	176
Total	199	46	34	279

Entre los 199 hombres habia:

	Extranjeros.
Español	1
Frances	1
Griego	1
Alemanes	2
Americanos	2
Suma (á la vuelta)	7

De la vuelta	7
De los que seis trabajaban por propia cuenta en la explotacion. El resto eran mexicanos, siendo comerciantes que fomentaban la explotacion	12
Mineros y gambuzinos, propiamente tales	77
Dedicados á la explotacion por cuenta propia ó ajena	103
Total de hombres	199

La mayor parte de los gambuzinos son indios yaquis.

El número de bestias que reunian entre estos habitantes era de ciento veintiocho (128).

Víveres.—La Comision habia llevado desde Guaymas sus municiones de boca; pero como no era posible que fueran bastantes para el tiempo que podia permanecer en los Placeres, al fin terminaron, y sus dificultades hubieran sido grandes si los Sres. Mejía hermanos, Francisco Montes y Emiliano Ibarra, no le prestan su concurso para vencerlas; no teniendo sobre este particular más que lamentar, que las privaciones generales para todos, y agradecer mucho á los expresados señores, que con atenciones y finura trataron en general á la Comision y á cada uno de los Ingenieros en particular.

Parte de los víveres que podian importarse á aquel centro procedian de San Francisco California; pero la mayor cantidad pasa directamente de Guaymas á Mulegé saliendo al S. O. desde el primer puerto, para volver en seguida al N. O., en direccion de La Trinidad, por no haber quedado abierto este último puerto. De hecho puede hacerse la travesía directamente de Guaymas á La Trinidad; ni se recorreria la doble distancia que hay, y se emplearia la mitad del tiempo. De Guaymas á Mulegé hay constantemente barcos; de Mulegé á La Trinidad difícilmente se consiguen, habiendo necesidad de que reunan su carga ó estén abarrotados para que les costee el viaje. En ese caso hace el empresario la cuenta de su mayor ó menor tiempo perdido en la espera para comenzar la realizacion, y la de las dificultades del trasporte por tierra despues de desembarcar sus efectos en La Trinidad, en cuyo punto aislado sufren otra nueva demora, en espera de una oportunidad para que una recua los conduzca atravesando la tierra por

mal camino á la distancia próxima de 30 leguas para llegar á los Placeres.

Los fletes por mar de Guaymas á Mulegé son de $ 1 por carga de 12 arrobas. De Mulegé á la Trinidad de $ 2 carga de idem idem. Desde cada uno de esos puntos se hace la travesía al otro en 24 horas, cuando hay buen tiempo, que no es lo comun. El flete de la Trinidad á los Placeres se paga á $ 1 por arroba ($ 12 carga). Al valor de los efectos hay que cargar los derechos de portazgo, más el 2 por ciento á los que lo causan de consumo; todos los cuales se pagan en Mulegé.

Teniendo en cuenta los sobrecargos al valor del almacen, no hay sin embargo equidad entre el precio real y el de venta de los efectos.

Los precios á que se pagaban las provisiones que habia allí y los pesos y medidas por que se expedian, eran los siguientes:

Frijol 20 centavos libra, valor de la carga	$	60 00
Arroz 25 ,, ,, ,, ,, ,,		75 00
Harina 20 ,, ,, ,, ,, ,,		60 00
Maíz 12 ,, ,, ,, ,, ,,		36 00
Pinole 25 ,, ,, ,, ,, ,,		75 00
Panocha 25 ,, ,, ,, ,, ,,		75 00
Chile 50 ,, ,, ,, ,, ,,		150 00
Café 62½ ,, ,, ,, del quintal		62 50
Manteca 75 ,, ,, ,, de la arroba		18 75
Carne seca 50 cents. libra, valor de la arroba		12 50
Azúcar 50 ,, ,, ,, ,, ,,		12 50
Queso 62½ ,, ,, ,, ,, ,,		15 62½
Tabaco 75 ,, ,, ,, ,, ,,		18 75
Agua, 8 cuartillos por		0 06
Mezcal, la botella		2 50

El maíz no era en aquel punto un artículo necesario para la vida. La gente lo sustituia con la harina á pesar de la diferencia en el precio ($ 60 de la carga de harina, á $ 36 de la de maíz).

Agua.—El activo y emprendedor Sr. D. Emiliano Ibarra, que por todos los medios posibles procuraba el establecimiento y desarrollo de las nuevas empresas mineras, llevando gente á la que

trataba de arreglar para su estabilidad, proporcionándole á la vez trabajo, puede decirse que fué el fundador de una colonia á la que la Comision distinguia con el nombre de "Colonia Ibarra" en el campo de "La Constancia," que fué el nombre que el Sr. Ibarra dió á su campamento; el cual estableció, no en uno de los centros de produccion minera, sino en el valle de que se hizo mencion en otro lugar y cuya colonia se señala en el plano. Queda en la ribera de un gran arroyo procedente de la serranía del E. Allí se abrió un pozo, en el mismo arroyo que corre del E. al O., atravesando primero el terreno de acarreo, en seguida el arcilloso para encontrar abajo la pizarra. Tiene profundidad de 42 metros, y cerca del plan se perforó un cañon cuyo eje mide 4 metros 19 centímetros de longitud, que aumentaba la superficie de salida de las aguas, que son de superior calidad, y con las que se surtian y satisfacian las necesidades y atenciones, tanto de los habitantes como de sus bestias.

El pozo es circular y tiene de diámetro 1 metro 67 centímetros: se le sacaban en el mes de Julio de 1884 9,033 litros en 24 horas. El consumo aumentaba á medida que avanzaba la estacion. Las capas de arcilla fácilmente se derrumban una vez remojadas con el agua que les cae de la imperfecta extraccion. El pozo se azolva con frecuencia y se interrumpe aquella: tiene algunos grandes comidos. Fué examinado interiormente por el Sr. ingeniero Martínez Baca, lo mismo que el pozo que se comenzó á romper al S.E. del campo de "La Aurora," y á cosa de 6 kilómetros, por el aleman Herr. Albert Harstch, cuyo pozo, al retirarse la Comision de los Placeres, producia 180 litros diarios, y es conocido con el nombre de "Pozo del Aleman." Atravesó un terreno igual al del pozo de la "Colonia Ibarra."

Fuentes brotantes.—Teniendo en cuenta las condiciones más ó ménos necesarias para poder encontrar en el interior de la tierra corrientes de agua que por la perforacion puedan brotar á la superficie; despues de bien examinado el terreno de la Baja California, encontramos que lo hay especial para la absorcion del agua que producen los meteoros acuosos; es decir, hay terreno permea-

ble. Por el exámen de las rocas que forman la costra de aquella parte de la tierra, se ve tambien que hay rocas impermeables. Existen algunos bajíos que constituyendo valles extensos, aunque no estén perfectamente cerrados, llegan á depositar las aguas que permanecen en la superficie por mucho tiempo, desapareciendo al fin una buena parte por absorcion, además de la que se evapora: ejemplos de éstos podemos citar, entre otros, el Valle llamado de "Las Lagunas," el de la "Laguna del Cármen" que se encuentra entre el cerro Boludo y el cerro Colorado, y el de la "Laguna del Toro," que queda al N.O. de los Placeres en el camino del puerto de Santo Domingo. Las aguas, aun cuando caigan á grandes torrentes, no llegan todas á la mar; las que corren aún por los arroyos procedentes de la pendiente occidental de la Sierra, se desparraman en los valles y se resumen en los terrenos flojos y arenosos. Como en general las lluvias cuando caen en aquella region no determinan la corriente de las aguas, sino que son lentas, empapan bien la tierra, la humedecen por mucho tiempo y queda el terreno verdaderamente atascoso, como se puede notar cuando no llueve muy fuerte en una regular extension de la travesía de San Ignacio al Volcan de las Vírgenes en el gran valle de San Ignacio. En fin, hay terreno permeable y buenas condiciones para la absorcion y filtracion de las aguas que producen todos los meteoros acuosos. Es, pues, muy posible que reconociendo estas aguas á un centro de depósito de las filtraciones, establezcan una ó varias corrientes interiores, no siendo fácil determinar la profundidad á que se encuentren. En general, para que éstas puedan brotar á la superficie se necesita que estén colocadas entre dos capas de terrenos impermeables, y ya hemos visto que hay rocas impermeables en aquella region. La capa impermeable inferior es necesaria para que la corriente no se pierda, y la superior para que dé la suficiente presion y las aguas puedan elevarse.

Del exámen superficial se deduce que hay las circunstancias que se requieren para encontrar la corriente subterránea; pero sólo el registro ó la perforacion despejarán la incógnita.

En general, en la Península de la Baja California se encuentran las indicaciones claras y precisas para intentar la apertura de pozos artesianos, con probabilidades de éxito favorable; y una vez

hecho un taladro con buen resultado, ya se tendrán los datos comparativos para ir prediciendo el resultado de otros, segun las rocas que se atraviesen, la profundidad á que se encuentren, y aquella á que pueda estar la corriente que se busca; teniendo en cuenta la altura relativa de los puntos de la perforacion y clase y disposicion del terreno que se registra.

VEGETACION.

La vegetacion tiene los aspectos correspondientes á su desarrollo en el litoral ó en los lugares terrestres. La playa de la costa occidental está cubierta de plantas rastreras de un tejido craso, formando matorrales; en las montañas y partes bajas, la vegetacion tiene distinto aspecto. Hay yerbas con florecillas sencillas, y con flores compuestas y arbustos; no se conocen grandes árboles.

La vegetacion, en general, es de tallos pinchudos y espinosos, distinguiéndose particularmente en algunos puntos y con algunas plantas de la misma familia la composicion de la tierra vegetal, procedente de la formacion del terreno.

La tierra vegetal es poca, el terreno seco y árido; y sin embargo, crecen y se dan plantas suculentas. Especial el terreno para el desarrollo de los líquenes, se produce y cosecha del lado del Pacífico el denominado con el nombre de "Orchilla," de que me ocuparé en una seccion especial. Los campos son incultos con los vegetales propios de su sequedad y aridez; pero hay terrenos, aunque cortos, que pueden cultivarse con la posibilidad de darles agua, y en los que se obtendrian algunos cereales como en otros lugares del mismo Territorio.

De las plantas que más dominan en aquel centro, han faltado datos para la precisa clasificacion, y sólo se enumeran con sus nombres comunes señalando algunas de las familias más reconocidas á que pertenecen. Hay muchas plantas que tienen principios astringentes, de propiedades purgantes unas, de tintóreas otras, y algunas que producen gomas.

Euforbiaceas.—Jojova, higuerilla, candelilla. La semilla de la primera tiene gran consumo en San Francisco California, como purgante.

Cacteas.—Cirio, cardon, pitahaya, garambullo, cholla, biznaga. Los dos primeros presentan la particularidad que observó primero el Sr. Martínez, de desarrollarse el cirio en la tierra vegetal, procedente de la formacion granítica, y el cardon en la porfídica, lo que no sucede con las otras plantas de la misma familia, que crecen y se desarrollan indistintamente. En las inmediaciones del paso de una á otra formacion se encuentran las dos plantas. El tallo de la primera pasa en algunos casos de 12 metros de altura, y es digno de admirarse por su forma bizarra y su organizacion: se refiere que de sus fibras se han hecho ensayos para la fabricacion de papel en Estados Unidos. El Cactus opuntia se ha desarrollado en la ex-mision de Santa Gertrudis; su fruto (la tuna) es tan grande y dulce como el de Alfajayúcan.

Leguminosas.—Mezquite, dipúa, que constituyen una buena y general alimentacion para las bestias en estos lugares.

Labiadas.—Entre esta familia se da con abundancia la salvia, en el cañon de salida, y en el mismo lugar se encuentra, entre las Sinanthereas, el cardo santo.

Se encuentran, además de otras familias, el Palo Adan, que tiene un tallo espinoso, arborescente, de hojas sencillas articuladas en el mismo tallo: parece desnudo de follaje, y á eso deberá su nombre: en él se desarrolla la orchilla.

El palo blanco, que tiene propiedades tintóreas, y el torote, que contiene un principio óleo-resinoso que se concreciona luego que está expuesto al aire.

El agave mexicano se da de mediana calidad en la Costa del Pacífico, desde el paralelo del 28° hácia el N.

Hay un terreno especial al N. del Rosarito, que se conoce con el nombre de "El Magueyoso."

En el Rosarito se fundó un establecimiento industrial de raspa montado con maquinaria para extraer el filamento del maguey. El establecimiento existe, pero la maquinaria no da tan buen resultado como las empleadas en Yucatan para beneficiar el henequen. Tratan de variarla y mejorarla para el beneficio de los magueyes del Rosarito. (Es muy comun en la Baja California multiplicar

un mismo nombre para distinguir lugares muy distantes, lo que es materia de confusion para los viajeros. Así hay varios puntos con los nombres de Rosarito, Magdalena, Las Vírgenes, Todos Santos y San José.)

Animales.—Abundan los animales útiles de caza. Entre los mamíferos hay venado, berrendo y liebres. No hay fieras. Entre las aves, palomas y codornices. Reptiles, desde la víbora de cascabel, y multitud de insectos.

Medios de mejoramiento.—Quedó hecha la indicacion al Gobierno, que por la explotacion imperfecta que se hacia de las cañadas que contenian el oro, no se obtenian los debidos resultados, y que si aquella explotacion era más ó ménos duradera, podria ser más consistente y de mejores resultados la de las vetas que allí se encuentran, á cuyo registro podrian dedicarse los mineros, contando con ventajas y mejores condiciones para la vida; de lo contrario, quedaria expuesto á paralizarse el desarrollo minero que se iniciaba en la zona central de la Península.

Convendria abrir un puerto con sólo seccion aduanal, en una de las costas ó en las dos, y en punto conveniente é inmediato á los Placeres para la fácil entrada. Deberia ser por el lado de la costa, por donde no tenga que pasarse la fragosa y escarpada Sierra que ahora se atraviesa. Del lado del Golfo está San Francisquito, al Norte de La Trinidad, y del lado del Pacífico se tendria un punto conveniente en la bahía de Sebastian Vizcaino.

La comunicacion por tierra desde cualquiera de las costas, será por camino practicable aun para carretero, con un costo relativamente insignificante, pudiendo aprovecharse, tanto la línea de vapores que subvenciona el Gobierno y que toca los puertos de La Paz y Guaymas en el Golfo, como la que toca el lado del Pacífico, la bahía de La Magdalena y Ensenada de Todos Santos que remata en San Francisco California.

Dos puntos de ambas costas de la Península pueden quedar comunicados sin gran dificultad, por tierra, en la region de los Placeres, proporcionando la fácil introduccion de víveres, maquinarias, herramientas, útiles y enseres que fueran siendo necesarios para el desarrollo de aquel nuevo Mineral, como debe suceder, así como la exportacion de metales, miéntras no se beneficien en la localidad.

Deberá abrirse mayor número de pozos comunes, con la seguridad de encontrar agua buena y abundante. El pozo de Ibarra es el punto de partida. Hay otros bajios y buenos puntos en el terreno, que indican dónde pueden abrirse. Uno de estos lugares es en "Las Lagunitas" cerca del cerro "Boludo;" otro al Oeste del cerro donde está el vértice K, ó la "Mina de Sol de Mayo."

La poblacion principal se desarrollará en alguno de estos puntos, y ya está indicado en la "Colonia Ibarra."

Puede y conviene intentarse la perforacion para las fuentes brotantes, con probabilidades de buen éxito.

La mayor concurrencia de negociantes podria traer, con doble motivo, la competencia en la baja de los precios, para nivelarlos á una utilidad proporcionada. El enganche por los empresarios, de gente útil, como hay en el vecino Estado de Sonora, para los trabajos mineros, traeria á su vez mútuas y mejores condiciones para el operario y para el capitalista, y podria, además, perfeccionarse el sistema que se sigue para la extraccion del oro, y aprovechando la mayor produccion que no es posible que se tenga hoy con la imperfeccion del trabajo y de los procedimientos actuales.

CAPITULO V.

Pormenor de las operaciones topográficas.—Estudio Geológico.

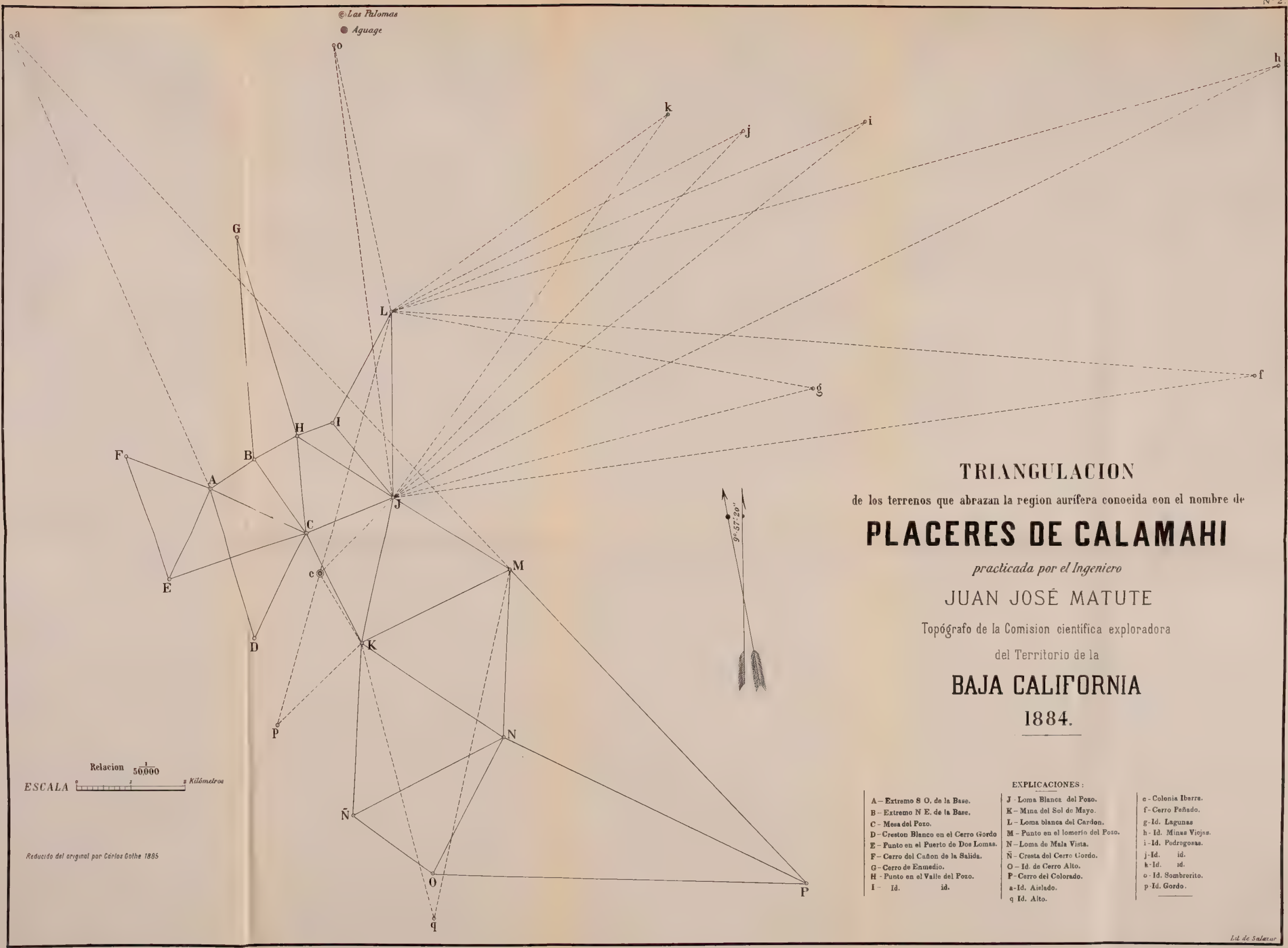
Terminados los trabajos topográficos en la parte encargada al Sr. Ingeniero Matute, que consistió en la triangulacion del terreno, así como el reconocimiento del trayecto de los Placeres á Santo Domingo, dió cuenta de ellos con las comunicaciones y datos que inserto, acompañando copias de los planos. Los documentos originales obran en la Secretaría de Fomento.

El Sr. Matute, por su enfermedad y por haberse suspendido las operaciones de la Comision, no pudo ocuparse ya de los otros trabajos que le tenia encomendados, habiendo terminado sus operaciones de gabinete en el puerto de Mulegé, en cuyo punto sacó una copia del plano de aquella poblacion, levantado por el Sr. Ingeniero D. Manuel Tinoco, que el I. Ayuntamiento de aquel Municipio tuvo la bondad de facilitar, y es el que se acompaña en la parte correspondiente.

DOCUMENTOS

PERTENECIENTES Á LOS TRABAJOS DEL SR. INGENIERO MATUTE.

Comision Científica Exploradora del Territorio de la Baja California.—Tengo el honor de remitir á vd. los siguientes datos relativos á la triangulacion que practiqué en "Los Placeres de Calamahí," juntamente con el plano de esta operacion, en el cual



TRIANGULACION

de los terrenos que abrazan la region aurífera conocida con el nombre de

PLACERES DE CALAMAHI

practicada por el Ingeniero

JUAN JOSÉ MATUTE

Topógrafo de la Comision científica exploradora

del Territorio de la

BAJA CALIFORNIA

1884.

EXPLICACIONES:

A – Extremo S O. de la Base.
B – Extremo N E. de la Base.
C – Mesa del Pozo.
D – Creston Blanco en el Cerro Gordo
E – Punto en el Puerto de Dos Lomas.
F – Cerro del Cañon de la Salida.
G – Cerro de Enmedio.
H – Punto en el Valle del Pozo.
I – Id. id.

J – Loma Blanca del Pozo.
K – Mina del Sol de Mayo.
L – Loma blanca del Cardon.
M – Punto en el lomerío del Pozo.
N – Loma de Mala Vista.
Ñ – Cresta del Cerro Gordo.
O – Id. de Cerro Alto.
P – Cerro del Colorado.
a – Id. Aislado.
q Id. Alto.

c – Colonia Ibarra.
f – Cerro Peñado.
g – Id. Lagunas
h – Id. Minas Viejas.
i – Id. Pedregosas.
j – Id. id.
k – Id. id.
o – Id. Sombrerito.
p – Id. Gordo.

no está la topografía del terreno, por haber sido ésta encargada al C. Ingeniero Agustin Gutiérrez, y carecer yo de estos datos.

El terreno donde se practicó la triangulacion abraza una extension como de 250 kilómetros cuadrados, los cuales se extienden en su mayor parte sobre un valle cuya mayor longitud es de O. á E., de unos 40 kilómetros, encontrándose casi en el medio el curioso cerro de "Las Lagunas;" la anchura média del valle es de unos 10 kilómetros hácia el S., y en los cerros llamados Gordo, Alto y Colorado, es donde se encuentran las cañadas en que se recoge el oro.

Las operaciones que se practicaron en la triangulacion, se encuentran limitadas hácia el N. por los cerros de Enmedio, Sombrerito (á cuyo pié se halla el aguaje llamado de "Las Palomas") y Cerros Pedregosos; por el Oriente, los de Las Lagunas, Minas Viejas y Peñado; hácia el S., Colorado, Gordo y Alto; en fin, el O. está cerrado por parte de los cerros que forman el lado S. del Cañon de Salida, y por el cerro de este nombre, vértice F de la triangulacion.

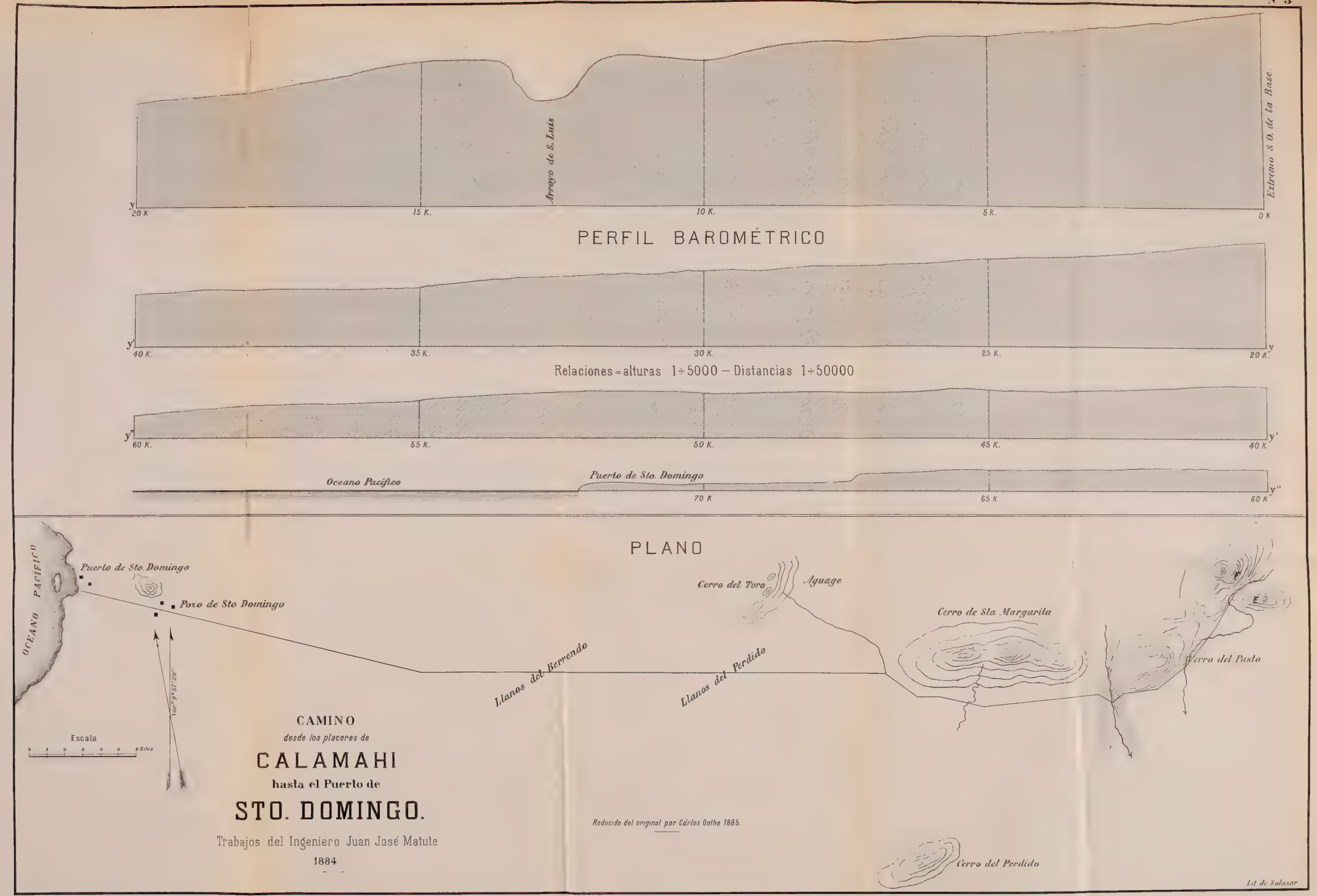
Protesto á vd. mi distinguida consideracion y respeto.

Libertad y Constitucion. Mulegé, Agosto 27 de 1884.—*Juan José Matute.*—Al C. Ingeniero Joaquin M. Ramos, Jefe de la Comision Exploradora de la Baja California.—Presente.

Datos de la Triangulacion practicada en los terrenos que comprende la region aurífera conocida con el nombre de "Placeres de Calamahí" [Baja California].

Triangulos	Ángulos.	Coordenadas de los Vértices. X	Y	Lados.	Notas.
		Metros.	Metros.	Metros.	
A	65°05′89	000.0	000.0	A B= 892.70	Extremo S.O. de la base
B	104 01 89	+ 752.4	+ 485.5	B C=1631.41	Idem N.E. de idem.
C	30 92 22	+1715.5	— 836.5	A C=1908.50	Mesa del Pozo.
	200 00 00				
A	55 13 96				

Triangulos	Ángulos.	Coordenadas de los Vértices X	Y	Lados.	Notas.
		Metros.	Metros.	Metros.	
C	98 94 68			C D=2201.98	
D	45 91 36	— 717.8	—2799.4	A D=2889.00	Creston blanco en Cerro Gordo.
	200 00 00				
A	99 98 73				
C	49 25 36			C E=2661.29	
E	50 75 88	— 816.6	—1675.5	A E=1863.92	Punto en puerto de Dos Lomas.
	200 00 00				
A	94 77 93				
E	49 02 35			E F =2404.78	
F	56 19 72	—1565.2	+ 609.8	A F=1679.80	Cerro del Cañon de Salida.
	200 00 00				
B	88 34 22				
C	34 74 80			C H=1715.75	
H	76 90 98	+1568.9	+ 873.1	B H= 905.83	Punto en el Valle del Pozo.
	200 00 00				
B	74 80 99				
H	110 82 66			H G=3736.20	
G	14 36 35	+ 539.7	+4464.8	B G=3990.75	Cerro de Enmedio.
	200 00 00				
C	83 80 26				
H	56 44 66			H J =2058.38	
J	59 75 08	+ 3269.5	— 286.8	C J =1648.24	Loma Blanca del Pozo.
	200 00 00				
H	55 22 78				
I	126 21 94	+2191.2	+1044.5	H I = 645.30	Punto en el Valle del P.
J	18 55 28			I J=1713.24	
	200 00 00				
I	123 19 81				
J	44 35 49			I L=2253.36	
L	32 44 70	+ 3322.0	+2993.8	J L=3280.91	Loma Blanca del Cardon.
	200 00 00				
C	95 32 03				
J	62 78 20			C K=2247.25	
K	41 89 77	+2618.6	—2894.4	J K=2687.52	Mina del Sol de Mayo.
	200 00 00				
J	79 25 99				
K	56 45 67			J M=2460.13	
M	64 28 34	+5340.2	—1615.3	KM=3007.14	Punto en el lomerío del Pozo.
	200 00 00				


Arroyo de S. Luis
Extremo S. O. de la Base.
y
20 K
15 K.
10 K.
5 K.
0 K
PERFIL BAROMÉTRICO
y'
40 K.
35 K.
30 K.
25 K.
y
20 K.
Relaciones = alturas 1÷5000 — Distancias 1÷50000
y''
60 K.
55 K.
50 K.
45 K.
y'
40 K
Oceano Pacífico
Puerto de Sto. Domingo
70 K
65 K
y''
60 K
PLANO
OCEANO PACIFICO
Puerto de Sto. Domingo
Pozo de Sto. Domingo
Var.ª 9° 35' 20"
Escala
Kilos
Llanos del Berrendo
Llanos del Perdido
Cerro del Toro
Aguage
Cerro de Sta. Margarita
Cerro del Pasto
Cerro del Perdido
CAMINO
desde los placeres de
CALAMAHI
hasta el Puerto de
STO. DOMINGO.
Trabajos del Ingeniero Juan José Matute
1884
Reducido del original por Cárlos Gothe 1885.
Lit de Salazar

Triangulos	Ángulos.	Coordenadas de los Vértices. X	Y	Lados.	Notas.
		Metros.	Metros.	Metros.	
K	66 50 64				
M	68 03 74			K N=3078.17	
N	65 45 62	+5149.2	—4646.0	MN=3036.64	Loma de Mala-Vista.
	200 00 00				
N	67 39 70				
K	66 61 15			N Ñ=3095.75	
Ñ	65 99 15	+2366.7	—6001.8	K Ñ=3117.62	Una de las crestas de Cerro Gordo.
	200 00 00				
N	38 61 91				
Ñ	69 76 71			Ñ O=1784.34	
O	91 61 38	+3796.4	—7069.8	N O=2775.99	Una de las crestas de Cerro-Alto.
	200 00 00				
O	71 41 33				
N	102 08 29			O P=6868.90	
P	26 50 38	+10644.4	—7480.6	N P=6183.00	Cerro del Colorado.
	200 00 00				
P	22 88 47				
N	126 29 20				
M	50 82 33			P M=7906.30	
	200 00 00				

Vueltas de Horizonte.

B A a =	88°74	Cerro Aislado.....	J L f =	94°20
			,, ,, g =	88
K J f =	122 55	Cerro Peñado.....	,, ,, h =	116 30
,, ,, g =	130 05	Id. Lagunas.....	,, ,, i =	122 40
,, ,, h =	142 38	Id. Minas Viejas....	,, ,, j =	129
,, ,, i =	156	Id. Pedregosos.....	,, ,, k =	158 26
,, ,, j =	164 70		,, ,, o =	212 88
,, ,, k =	173 60		,, ,, p =	381 80
,, ,, o =	222 08	Id. Sombrerito.....		
,, ,, c =	365 98	Colonia Ibarra.....	K M q =	55 80
			,, ,, a =	318
C K c =	5 42			
,, ,, p =	120 05	Cerro Gordo.		
,, ,, q =	187 50	Cerro-Alto.		

Mulegé, Agosto 27 de 1884.—*Juan José Matute.*

"Habiendo reconocido por órden de vd. el camino desde el extremo S. O. de la base de la triangulacion hasta el puerto de Santo Domingo, remito á vd. adjuntos el perfil y croquis de esta operacion, teniendo la satisfaccion de poner en su conocimiento que la construccion de un camino carretero entre estos dos puntos, es en mi humilde opinion fácil y no requiere grandes gastos; pues la única obra de verdadera importancia, es suavizar la pendiente en la barranca del arroyo de San Luis, la cual en una extension de 2 kilómetros tiene un desnivel de 70 metros; siendo el resto del camino de una pendiente tan suave, que no considero indispensable más obra que el desmonte para marcar el camino. Creo que el costo de estas mejoras será de unos $ 500.

Ofrezco á vd. la seguridad de mi aprecio y respeto.

Mulegé, Agosto 28 de 1884.—*Juan José Matute.*—C. Ingeniero Joaquin M. Ramos, Jefe de la Comision Exploradora de la Baja California.—Presente."

ESTUDIOS GEOLÓGICOS.

Con el temor que naturalmente inspiran las dificultades propias de un asunto tan complexo, entro en esta seccion de mi Informe. Si se encuentran de acuerdo en algunos puntos generales de la geognosia, los sabios y profesores que se han dedicado á estudiarla, están sin embargo en discordancia en otros; y apreciándolos de distintas maneras, llegan tambien á diversas deducciones. Si como dicen los profesores, al principio se desarrollaban teorías que fueron admitidas en el estado naciente de los estudios, hoy se encuentran modificadas con los adelantos y conocimientos adquiridos. No obstante, falta y faltará la luz suficiente para poder descubrir los grandes secretos de la creacion.

Las generaciones pasarán, descubrirán puntos más claros, más brillantes que dejen ver mejor cómo ha podido formarse y se sigue aumentando la costra del globo que habitamos, y lo que ha sucedido en las diversas épocas de formacion. El hombre con la aplicacion de su estudio seguirá razonando para darse cuenta con lo que puede palpar, en combinacion con los adelantos de la ciencia, y llegará á un punto en el cual en su modo de ser actual verá más claro, pero no disipará del todo las tinieblas; siempre que-

dará mucho en la oscuridad. Mas no es esa una razon para que se detenga en el camino de sus investigaciones; porque aunque estudiando más nada descubra de lo que se imagina, sí adelantará mucho persuadiéndose de que nada sabe.

Difícil el estudio geológico en sus aplicaciones, lo es más aún cuando se carece de elementos para practicarlo. Los sabios del Viejo Mundo han podido precisar muchas cuestiones y hacer comparacion de los terrenos que han pisado, colectando y clasificando las rocas y los fósiles en ellos encontrados, estableciendo concordancias en unos casos, y separando épocas de formacion en otros, para deducir qué terrenos de la costra solidificada son anteriores y cuáles posteriores en su aparicion, deduciendo lo que se llama "Edades de la Tierra."

En sus estudios, sus colecciones, sus diseños, sus obras científicas, nosotros adquirimos esos conocimientos y siempre hemos tenido que referirnos en los estudios generales á los casos particulares de otro terreno distinto del que pisamos.

La dedicacion y profunda atencion que demandan estos conocimientos, no se pueden adquirir sólo en las cátedras; sino que es preciso leer en los libros de la naturaleza, hojeando sus folios, ó lo que es lo mismo, ir al terreno, recorrerlo, reconocerlo, estudiarlo, recoger sus rocas, sus minerales, sus fósiles, y todos los datos que en general se relacionan con las formaciones de las épocas ó períodos geológicos. Esos estudios difícilmente los hace un particular; son las sociedades científicas, son los Gobiernos ilustrados amantes del adelanto de la ciencia y de los progresos de su pueblo, los que expensan y comisionan al hombre estudioso, que con la tranquilidad que da el tener cubiertas sus necesidades, puede dedicarse á cumplir su cometido andando de turista en una vida errante sin aparente atractivo, pero gozando cada vez que encuentra un foco de luz en el átomo más inesperado que viene á brillar en su inteligencia para fundar sus teorías y sacar sus deducciones que van á aumentar los conocimientos de la escuela.

Poco, poquísimo tenemos en México sobre la materia, que nos haya podido dar suficiente material de estudio teórico y de aplicacion.

¿Cuáles son los estudios geológicos que formando un cuerpo de doctrina puedan darnos el conocimiento de la formacion del te-

rreno que nos pertenece? Sólo datos aislados, sólo colecciones parciales que van sin embargo dando el material para formar el estudio general que alguna vez se profesará en nuestras escuelas científicas sin recurrir á los sabios extraños, para referirnos, como es natural, á las citas del terreno en que han vivido y practicado.

Hoy, aunque de una manera parcial, hay la ventaja en nuestras escuelas que los profesores de la materia se refieren á los estudios que han hecho y se presentan los ejemplares recogidos y cedidos ó colectados para los gabinetes.

De los estudios parciales de la América á que puedo referirme, sé que son los más antiguos los del Baron de Humboldt, que de una manera general se refieren á la composicion geológica y mineralógica de nuestro suelo, dándole un gran valor á los trabajos sobre Guanajuato, de los Sres. Sonneschmidt y Valencia, los del Sr. Burkart sobre Zacatecas y Tlalpujahua; los de los Sres. Velázquez y Arenas, profesores de la Escuela fundadora de la de Práctica de Minas en el Fresnillo, y los cuales se publicaron en los *Anales de la Minería Mexicana*, que comprenden en varias secciones una buena extension de los Estados de Zacatecas, San Luis y Guanajuato; los de la Exploracion austral de la Baja California, por el Sr. Profesor D. Antonio del Castillo, y á los que ya me referí en otro lugar; los de la Sierra Mojada y parte de los Estados de México, Puebla, Veracruz, Guerrero, Jalisco y Tlaxcala, por el Sr. Ingeniero D. Santiago Ramírez; los del Sr. Bárcena sobre Querétaro y Aguascalientes; los del Distrito de Coalcoman por los Sres. Ingenieros D. Manuel Urquiza y D. Manuel Anda, y otros. Estos datos reunidos, estudiados y comparados, forman un principio de precioso material para el estudio de la geología de nuestro suelo, y como aunque los datos que yo comunico en este trabajo, referentes al estudio geológico, no tienen el valor necesario para tomarse en cuenta, ni tengo la pretension de que se les dé otro que el de la referencia de los hechos relacionados con los ejemplares recogidos en el terreno, podrán servir para que los profesores saquen partido de ellos en provecho de nuestra juventud estudiosa, permitiéndome sólo consignar las deducciones de mi pobre estudio por la obligacion que contraje al aceptar la honrosa comision que me confió el Gobierno."

El Terreno.—Se recorrió de S. á N. desde la latitud de 26° 53′

32″6 adonde está el puerto de Mulegé, hasta inmediaciones de los 28° 30′, haciendo además dos estudios transversales de una á otra costa.

La Península tiene su mayor estrechamiento en la perpendicular á su direccion média cerca del paralelo del 29° entre los 114° y 115 long. O. de G. En aquel punto, y como formando un tarso y metatarso de un ave, se desprende la serranía imitando una gran garra que se divide en muchos ramales muy accidentados, formando mesas y valles centrales abiertos, extensos unos, profundos y cerrados otros. Uno de estos ramales, con los mismos accidentes mencionados, toma la direccion de la costa del Pacífico, de la que se separa hasta 40 kilómetros en una extension de 180 en que se vuelve á acercar á la costa. En esta direccion se enumeran los cerros de San Angel y la Sierra de Santa Clara, muy al Sur. Más al centro está otro ramal que dirigiéndose al S. E., con distintas interrupciones é iguales accidentes á los mencionados, comprende la "Sierrita del Placer," donde está el terreno aurífero * y la Sierra de San Pablo, yendo á terminar al que podrémos llamar "Gran Valle de San Ignacio." Una tercera seccion subdividida en otros ramales, se dirige á la costa oriental, comprendiendo la Sierra de Santa Gertrudis y determinando una gran interrupcion un poco más al S. del paralelo del 28°, siempre en el Valle de San Ignacio, con los cerros donde se encuentran el "Volcan de las Vírgenes," y continúa hasta unirse con el cordon más oriental de toda esta ramificacion, que siempre con las interrupciones de la formacion, viene desde su orígen costeando la Península hasta Mulegé. Del lado del Golfo las montañas son fragosas y de rápida pendiente, determinando algunas veces el litoral con grandes acantilados. El descenso para el lado del Pacífico es muy suave y accesible. Los caminos por la Sierra, como he dicho en otro lugar, son estrechos y fragosos, llenos de voladeros. Los caminos por las Mesas unas veces están sembrados de piedras sueltas en una gran extension, y otras son llanuras, ya de fácil paso y de buen piso, ó ya de terreno de arena muy floja, al que se le llama en la localidad "Camino atascoso."

Los depósitos de moluscos de géneros idénticos á los de la fau-

* En el que se estableció el campamento de la Comision, á los 28° 5′ 4″ 235 latitud N.

na marina actual, que se encuentran en varios puntos de aquellos terrenos, acreditan que éstos estuvieron bajo del presente Océano. Las piedras volcánicas que tapizan en gran extension los valles, como el de San Ignacio y el de Santa Gertrudis, anuncian las erupciones volcánicas y el movimiento del terreno que no cesa aún en el Universo en la presente época.

Hay puntos en que dislocadas las rocas por algun accidente de la formacion, sale de entre ellas alguna corriente de agua potable, quedando hácia abajo una roca impermeable y verificando el agua su corrimiento por el acarreo superior; como se ve, por ejemplo, en el gran arroyo de San Luis, al N. de los Placeres; en el arroyo de la Angostura, camino de la Trinidad á los Placeres, y en general en medio de la Sierra, en la concurrencia de los arroyos, en cuyas inmediaciones se encuentra siempre algun pequeño rancho ó algun pueblo como San Cárlos, Santa Gertrudis, San Ignacio, San José de la Magdalena, en cuyos puntos la vegetacion á que me he referido en otro lugar es exuberante.

La vista de estos amenos lugares y más tarde el exámen del terreno, quita la primera mala impresion que se tiene de aquella region.

La roca normal, la que sirve como punto de partida para todas las clasificaciones, lo mismo que como base de todos los terrenos, y la que pasa por grados insensibles á todas las rocas, aun á las mas extremas y opuestas, se encuentra allí. El granito, considerado como un inmenso piso de rocas de enfriamiento, en medio del que cada una de las demas formaciones puede comprobar su aparicion, está en el mencionado terreno con las otras rocas plutónicas que se le atribuyen y que son casi siempre las mismas en el terreno de mica pizarra que allí se encuentra. Tomando el ramal de la Sierra que desde el 29° pasa por Santa Gertrudis, en direccion á Mulegé, se tiene el granito descubierto en macizos y formando islotes de muy corta elevacion, arredondados, y sufriendo la fácil descomposicion á que tan expuesto está por la accion de los agentes atmosféricos, dando testimonio de que como roca de construccion no presenta las condiciones favorables que en un tiempo se le atribuyeron para destinarlo por su dureza á la construccion de grandiosos monumentos: se encuentra en la forma dicha en los valles abiertos y extendidos y en los fondos de las cañadas. En las cres-

Cerro de la Martinica,

vista de la loma blanca del Cardon.

tas de las montañas y en forma de vetas, se encuentra tambien, pero no de una manera aislada, sino determinando el levantamiento de las pizarras.

El vértice G de la triangulacion está en el cerro á que le quedó el nombre de "La Martinica:" allí la formacion es muy curiosa. El cerro en su base tiene una longitud apreciada en más de un kilómetro. La altura de su cúspide más elevada S. N. M. es de 600 metros, y de 300 metros su altura relativa sobre la llanura. El granito, que fué el agente del levantamiento en este punto, aparece en la montaña en forma de cuña, y refiriéndose á la línea vertical que pasa por su vértice, en el levantamiento del terreno de la mica pizarra, quedaron determinadas dos inclinaciones opuestas y como convergentes de los lados Norte y Sur respectivamente de las superficies del cerro al interior de la tierra, y colocadas alternativamente en estas inclinaciones, la pizarra y el granito, quedaron en figura aparente de grandes cuñas, teniendo las capas de la mica pizarra una inclinacion média de 65°.

Entre aquellas cuñas de granito hay una veta de granito granatífero lleno de granates, segun lo muestra el ejemplar número 26: como se sabe, es uno de los minerales útiles y preciosos que se encuentran diseminados en el granito. Esta roca fué primero encontrada por el Sr. Ingeniero Martínez, en una de nuestras expediciones; y como recuerdo de su hallazgo y para marcar el cerro que estudiábamos, lo distinguí con el nombre de "La Martinica."

En una extension considerable, hasta donde puede alcanzar la vista, se ve la formacion granítica en la seccion de que me ocupo. Las variedades de granito de aquella formacion, constan en el catálogo número 1. La mica pizarra y alguna siliza pizarra, se encuentra en sus secciones respectivas, en gran pedacería, que hace difícil é imposible en muchos casos el paso por aquellos cerros.

El cerro de arriba, ó cerro aislado, aparenta el paso de una formacion granítica á una porfídica. El terreno de la mica pizarra aparece elevado al Este por el granito, al Oeste por el pórfido.

La mesa llamada del "Pozo," marcada con C en el plano, lo mismo que todo el "Valle del Pozo," tiene los *detritus* de la formacion de las montañas que determinan el Valle. En aquella loma se encuentra de una manera más clara, la mezcla de todos

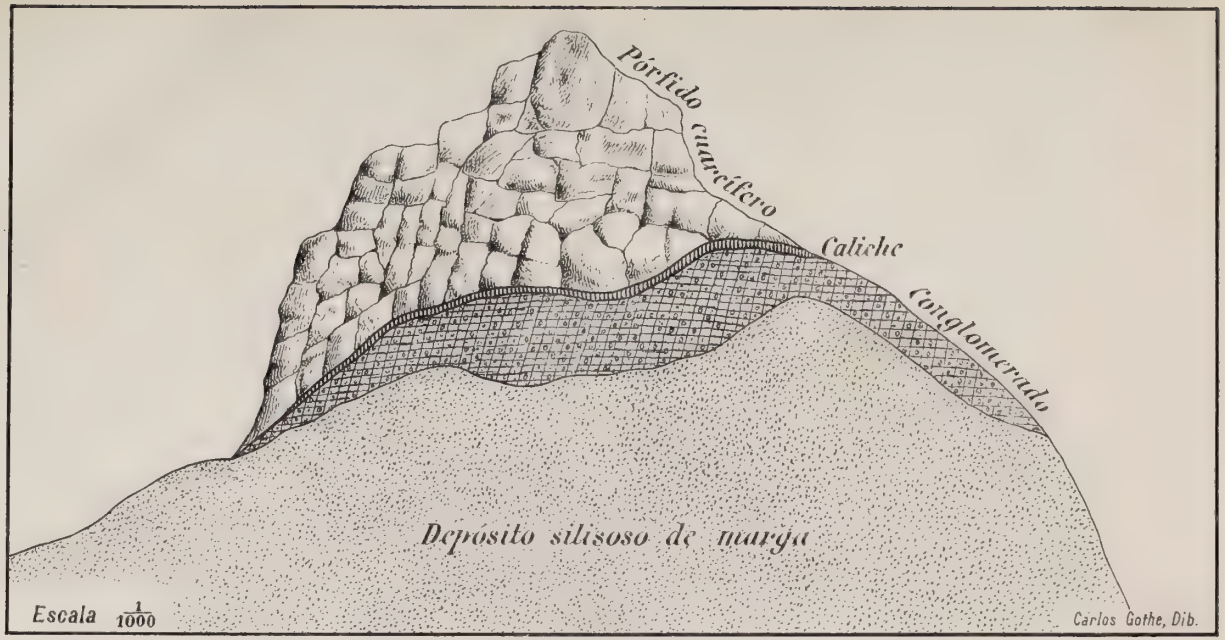
aquellos destrozos que impiden el paso para su ascenso: el pórfido traquítico se manifiesta en su parte más elevada en prismas y grandes masas, como si hubiera sido el agente de aquel levantamiento.

Al N. O. del cerro de "Las Lágrimas" hay un cerrito llamado de "Santa Rita," de una altura de 80 metros, en cuyo vértice se encuentra tambien el pórfido traquítico, como determinando la elevacion del terreno: en un corte natural se advierte primero un depósito silizoso de marga, de un espesor de 34 metros; sobre éste se encuentra el acarreo, de un espesor de 6 metros, y lo cubre una capa de caliche de 0m.05 es.

En los dos ramales más occidentales, el terreno es de mica pizarra, levantado por la diorita ó por el pórfido. Se encuentran tambien en el basalto, en la region oriental principalmente, los pórfidos traquíticos del trapp y la diorita estratificada ó diorita metamórfica en capas gruesas, figurando escalones hasta la altura de las montañas: así se ve en el camino entre "La Trinidad" y los Placeres. Las arcillas arenosas se encuentran en los cerros del pórfido traquítico, en espesor de 4 y 5 metros. La mica pizarra, trastornada por la diorita, forma en muchos puntos la elevacion de la Sierra; ejemplos que se manifiestan en los cerros que están comprendidos entre "El Campo de la Aurora" y "El Campo Nuevo," en los Placeres.

El terreno volcánico se manifiesta por el basalto, por las lavas volcánicas, por el vidrio de los volcanes (obsidiana), y por la escoria volcánica en la region oriental.

Partiendo del lado del Pacífico por los Placeres para la costa del Golfo, en direccion trasversal, se pasa la formacion granítica, y siguiendo de Santa Gertrudis, como si continuara la formacion por una sucesion no interrumpida, se entra á la formacion traquítica, haciendo el camino hasta la playa, por valles profundos ó grandes cañadas abiertas en medio de las mesas, y las cuales conducen las lluvias torrenciales hasta el Golfo. Estas cañadas parecen cortadas á pico: en su fondo se ve el pórfido traquítico cubierto por las arenas y los guijarros del acarreo. Los respaldos están formados por el acarreo, que demuestran, primero, la sucesion de depósitos tranquilos, cuyas capas, contra la direccion actual de la corriente, tienen una inclinacion de 20°. Sobre estos



Lit. de Salazar

Cerrito de Sta. Rita.

depósitos finos sigue el conglomerado de guijarros, que en la superficie son de grandes dimensiones. Formados los valles que determinan las mesas por los depósitos que demuestra el exámen de los cortes naturales, hubo una fuerza posterior variada, que vino á determinar su excavacion por las grandes corrientes de aguas torrenciales que se abrieron paso por los terrenos más bajos, siguiendo su curso hasta el Golfo, y cavando estos arroyos, que tienen en algunos puntos una anchura de 300 metros, pasando de 60 metros su altura. Las cañadas determinadas por el declive de las montañas opuestas son más estrechas, interrumpido su paso por el desprendimiento de grandes fragmentos de pórfido traquítico en diversos grados de descomposicion, y del mismo con fragmentos de pórfido no descompuesto, afectando la forma de cristales cúbicos y como incr[illegible]dos en su masa. Entre estas montañas hay alturas de más de 1,100 metros S. N. M.

En todo el camino formado por estos arroyos, se encuentran grandes peñascos de conglomerado de cimento calizo, fragmentos de pórfido traquítico, fragmentos de diorita, envolviendo al pórfido, como si la masa de la primera hubiera venido á experimentar un enfriamiento sobre la del segundo. La toba traquítica forma cuevas semejantes á las que describí al hablar del camino de la costa de Mulegé á "La Trinidad."

El pórfido de la cordillera oriental inmediata al Golfo, se presenta de dos distintos colores; el lado de las cumbres por el de la mar aparece rojo, descompuesto, más oxidado por la accion de las emanaciones salinas, resolviéndose en arcilla. Del lado occidental el color es amarillo, la descomposicion es incompleta, se está efectuando, dependiendo el color de la mezcla del pórfido descompuesto con el que aún no acaba de alterarse.

Estudiando el terreno en un segundo corte trasversal desde la costa del Pacífico, pasando por el pueblo de San Ignacio en direccion del volcan de "Las Vírgenes" hasta llegar al Golfo, se encuentra lo siguiente:

Despues de atravesar un terreno salino inmediato á la costa, y en el que no se necesita para recoger la sal más que arrancarla, segun describo en otro lugar al hablar de las "Salinas de Ojo de Liebre," se va ascendiendo, y por pendiente suave se llega á un terreno de arcillas arenosas, caminando así hasta San Ignacio,

que está á una altura de 125 metros sobre el nivel del mar; en este terreno no se encuentran fósiles propiamente tales, pero sí recogí conchas que presento del género ostrea, de la familia ostraceas, de las que unas están casi en completa fosilizacion, formando bancos entre la arcilla, que llegan á un espesor del metro, demostrando su mayor inclinacion al O., teniendo la arcilla que los recubre un espesor desde 2 hasta 6 metros.

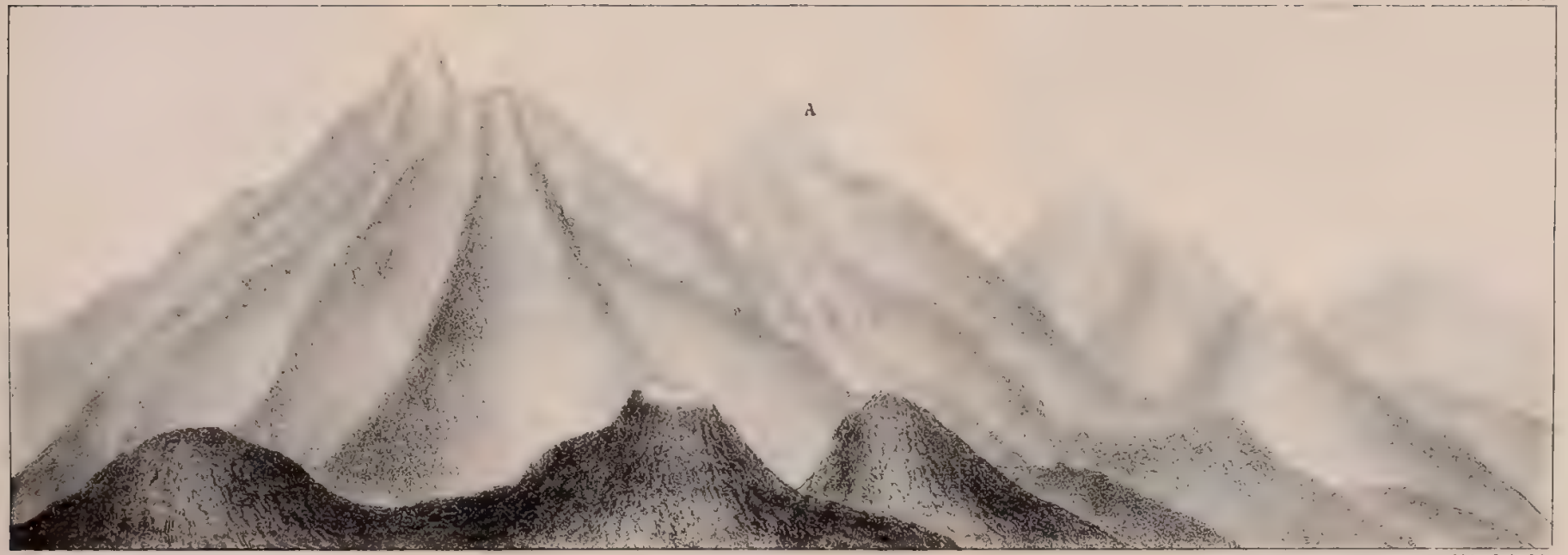
Recogí varios ejemplares núm. 1, de los diversos tamaños correspondientes á su estado de crecimiento. Las montañas son todas de basalto; el basalto ampolloso está desparramado en las mesas y en el gran Valle de San Ignacio, en masas esféricas cuyo diámetro puede estimarse desde 20 hasta 60 centímetros. Los arroyos tienen la misma disposicion que los que describí al hablar del camino de los Placeres á La Trinidad; su anchura es mucho mayor que la de aquellos, midiendo en algunos puntos hasta un kilómetro, pero no son tan profundos; así se presentan los de Santa Marta, San Hilario y Santa Ifigenia.

Al aproximarse al volcan se van encontrando lavas de un color gris ceniciento, muy divididas, y la traquita que forma la elevacion de un grupo de tres montañas que tienen el nombre de "Las Tres Vírgenes." Este grupo dista 6 kilómetros de la mar. La primera está más al N. y las otras dos, en su continuacion, más al S.E., un poco distantes y corriendo casi paralelamente á la costa del Golfo.

Idea del "Volcan de las Vírgenes."—El grupo de las tres montañas de Las Vírgenes está limitado al N. por el gran arroyo de Santa Ana, que va á desembocar al Golfo formando la bahía del mismo nombre. El grupo de montañas que termina en el arroyo de esta parte del Golfo, forma una punta que lleva el nombre de "Santa Ana," en la que se abre una pequeña laguna, ó más bien una ensenada. Su agua no es muy salada, y se distingue el lugar por la vegetacion que tiene. Al S. está el gran arroyo de Santa María, terminando en la ensenada del mismo nombre, formando una bahía de más de 1 kilómetro de anchura con 5 brazas de agua á medio kilómetro de la ribera, limitada por cerros de poca altura y protegida de los vientos por la punta del Cabo de las Vírgenes. Los cerros están llenos de cuevas.

Las tres montañas son todas de formacion traquítica. La tra-

Cárlos Gothe, dib.



Lit de Salazar

Cárlos Gothe Dib

Grupo de Montañas de las tres Vírgenes. — A. Volcan.

frente al O. desde el valle de S. Ignacio.

quita perfectamente determinada, se encuentra en toda la elevacion. Las tres montañas de este grupo tienen la forma cónica. La del S. y la más al N. son cerradas, siendo ésta la más elevada. En la del centro es donde se encuentra el volcan; termina en cono truncado: mis elementos de expedicion el dia que estuve en aquel punto no me permitieron ascender. La montaña es más accesible por el lado S.; su altura sobre el nivel del mar la estimé en 1,700 metros, pudiendo calcularse en 200 metros más, la más elevada, y 300 metros ménos la más baja. El volcan es de difícil ascenso por el lado N., en que se ven diversas bocas hundidas por donde han tenido lugar las últimas erupciones bien sensibles, segun los datos hasta el año de 1857: no se puede notar en la actualidad si hay emanaciones.

Hasta el pié de la montaña por la falda N. se nota el terreno húmedo y fangoso. Hay rastros de azufre condensado que demuestran las emanaciones sulfurosas que ha debido haber ó habrá por intermitencias.

Refieren que no pasa un año sin que se note algun fenómeno de emanaciones en el volcan. Si es una verdad que año por año se sienten los movimientos y temblores de tierra en Mulegé, unas veces repetidos y otras aislados, todos son ligeros de oscilacion y de insignificante duracion. Uno de ellos reciente, fué el 25 de Junio de 1884, á las doce y minutos de la noche, con un movimiento de oscilacion y duracion de dos segundos, direccion bien marcada del S.E. al N.O.; fué bien observado por todos los habitantes de Mulegé, por una fuerte detonacion que le precedió.

Ha habido la idea de explotar el azufre condensado de los vapores del volcan; pero las exploraciones y reconocimientos hechos por los especuladores, les han persuadido de no ser por ahora un buen negocio.

La montaña más al S. se prolonga por cerros de menor elevacion, que vienen á terminar por un fuerte acantilado en el gran arroyo de Santa Ana, teniendo estos muros naturales desde el fondo del arroyo alturas que varian desde 50 á 100 metros en las partes donde termina el terreno plano con las mesas, y en otras esta altura se continúa con la elevacion de las montañas.

Observando la composicion del terreno desde el fondo del arroyo, en el ascenso del acantilado se ve lo siguiente:

En la base se encuentra un manto de arcilla de 5 metros de espesor, en el costado S. del arroyo, la mitad blanco y la otra mitad amarillo de ocre; del lado opuesto tiene sólo 3 metros de grueso, siendo todo de un color verde montaña teñido por disoluciones de sales de cobre de los criaderos de silicato del mismo metal que atraviesan el terreno, cubriendo la parte superior las rocas traquíticas, hasta la mayor altura. Grandes blocks de los ejemplares presentados y piedras menudas que hay en el fondo y en toda la extension del arroyo haciendo impracticable el paso, consisten en basalto compacto, obsidiana, pórfido traquítico, arcillas, arcillofira y lava y escoria volcánica.

En el costado N. de este arroyo, y sobre la prolongacion de los cerros que se dirigen á la costa, á una altura de 470 metros sobre el nivel del mar, hay un ojo de agua termal al que se asciende con mucha dificultad por lo atascoso del terreno, humedecido con el agua que allí se desparrama. Esta sigue su corriente por un canal provisional que le han abierto los viajeros completándolo con pedacitos de madera, y viene á depositarse en una primera poza de donde corre el agua á otro depósito más bajo y poco distante del primero. El agua sale del manantial con una temperatura de 55° centígrados. En el primer depósito tiene 43°, y en el segundo 32°. Toda esa agua humedece constantemente un terreno donde se han desarrollado en el trascurso de los años algunas palmas de dátil fino é importado por los Jesuitas para su cultivo en la Península. Las semillas dejadas allí en tiempo inmemorial han producido el desarrollo de esa vegetacion limitada y que en medio de aquella aridez y aislamiento del terreno, proporciona un gran recurso para que el viajero que llega allí en medio de los rayos de un sol ardoroso, cansado y lleno de sed, pueda respirar bajo la sombra de las palmeras y ponga á enfriar su agua en la bota de cuero que la costumbre y la precaucion le hacen llevar siempre á la cabeza de la silla.

El agua termal á que me he referido y de la que presento el resto, fué reconocida y ha dado el siguiente resultado:

Ligeramente alcalina, con trazas de cloruro de sodio, ácido sulfúrico bien sensible, cal y trazas de alumina. Da vapores con los ácidos, y en consecuencia contiene amoniaco libre. Con el alcohol rectificado, mezclado en gran cantidad, da nube de sulfato

N.º 8.

II.

IV a.

III.

Cárlos Gothe, dib

de cal. Tratada con el fosfato de sosa despues de separada la cal por el oxalato de amoniaco, dió fosfato doble de amoniaco y de magnesia.

Esta agua enfriada en aquellas condiciones del punto á que hago referencia, y en las que llega el viajero, es agradable al paladar, satisface la sed, y en esos momentos no hay otra mejor.

Aunque procuré que las botellas en que recogí el agua estuvieran bien limpias, ésta en el reconocimiento dió ligerísimas trazas de ácido sulfhídrico, atribuidas á la descomposicion de las materias orgánicas que pudieran haber contenido las botellas ó el surtidor del primer depósito. Esta agua es conocida con el nombre de "Agua del azufre."

De los rodados y grandes fragmentos, que á la distancia tenian la apariencia de pórfido rojo descompuesto, pude desagregar algunos pedazos fácilmente al golpe de un marro, encontrando que aquella masa era toda de arcillofira, sirviendo de cimento á conchas de géneros idénticos á los animales de la fauna marina actual y que pertenecen al género Pecten, de la familia Pectinídeas, ejemplar número II.

A tres leguas, en direccion del Mineral de Santa Águeda, á una altura de 200 metros S. N. M., se encuentra un conglomerado de conchas de cimento calizo, de los que forma parte el ejemplar número III. Allí vuelve á encontrarse el Pecten, una oliva (?) y los dentellones de una arca(?) En ese ejemplar hay un Pecten que conserva las aletas bien determinadas. Éstas son débiles y de fácil destruccion, por lo que no se observan bien en los otros ejemplares.

Del terreno volcánico y del volcan, deberán hacerse mayores observaciones, disponiendo del tiempo que yo no tuve y de mejores elementos.

Llevaba conmigo el indispensable alimento para algunos dias, de fácil trasporte, en la misma cabalgadura que montaba, por no poder cargar suficiente número de otras provisiones que tampoco se consiguen en el desierto; mas los animales no tienen donde pastar, ni agua que beber, por ser termal, como he dicho, la que hay cerca del volcan, y no es posible permanecer allí más de dos dias, al cabo de cuyo tiempo de una exploracion rápida, por las terribles condiciones en que en aquellas circunstancias se encuentra

el viajero, no es fácil hacer el exámen y el estudio detenido para una exacta descripcion.

Deduccion.—Dada una idea en el anterior estudio de la litología y estratificacion en las localidades que se enumeran, y recogidos á las alturas señaladas los géneros idénticos de la fauna marina actual, sin tener hasta ahora verdaderos fósiles que creo no deberán encontrarse tampoco en la region estudiada, debo para concluir aventurar mi opinion, que en la parte central del Territorio ha habido dos épocas distintas de formacion, correspondiendo la primera del terreno granítico, al período primitivo ó paleozoico, y la segunda al período post-terciario.

NÚMERO 1.

Catálogo y clasificacion de las rocas recogidas en los Placeres de Calamahi (Baja California.) (*)

Vértice D.....	1.—Cuarzo lechoso.
	2.—Basalto.
Vértice E.....	3.—Ortoclasia, variedad adularia con Crisocola.
	3.—*bis.* Pórfido diorítico.
Vértice F.....	4.—Basalto.
	5.—Diorita.
	6.—Caliza.
No es Vértice.....	7.—Dialage.
Mesa del Pozo, Vértice C.....	8.—Granito.
	9.—Traquita (algo alterada).
	10.—Granito.
	11.—Idem.
	12.—Idem con cristales de Chorlo negro.
	13.—Idem. Falta la mica en los ejemplares; uno tiene Turmalina negra (Chorlo).
	14.—Cuarzo. Probablemente forma parte del granito anterior.
	15.—Mica pizarra.
	16.— ,, ,,
	17.—Toba pomosa volcánica.
	18.—Siliza pizarra.
	19.—Granito gráfico.

(*) El Sr. Ingeniero D. Antonio del Castillo se ha dignado hacer algunas rectificaciones á la clasificacion que hice; la siguiente está corregida segun estas rectificaciones.

Vértice D.....	20.—Diorita.
Vértice G.....	21.—Granito con cristales de Apatita. 22.—Hidro-micapizarra ó Clorita pizarra. 23.— ,, ,, ,, ,, 24.— ,, ,, ,, ,, 25.— ,, ,, ,, ,, 26.—Granito granatífero. 27.— ,, ,, 28.—Hierro pardo.
Vértice K.....	29.—Roca verde compacta y ampollosa con cristales de espato calizo. 30.—Feldsite (véase el núm. 43). 31.—Granito. 32.—Crisocola con óxido de fierro.
Cerro de Arriba (no es Vértice.).....	33.—Pórfido augítico ó Dolerita, Lava. 34.—Granito. 35.—Hidro-micapizarra ó Clorita pizarra.
Cerro Volado (no es Vértice).....	36.—Pórfido micáceo y augítico-alterado, volcánico ó Lava. 37.—Pórfido rojo y augítico-alterado, volcánico ó lava. 38 —Gneiss. 39.— ,, 40.— ,,
Vértice M.....	41.—Granito Gneiss en que falta el cuarzo. 42.—Feldsite. 43.— ,, Examinar si está mezclada con granate verde en masa (roca de granate).
Vértice N.....	44.—Roca verde mezclada con granate en masa. 45.—Caliza con Serpentina y Dendritas de Manganeso. 46.—Roca verde ó Diorita.
Vértice O.....	47.—Hidro-micapizarra. 48.—Caliza metamórfica.
Vértice Ñ.....	49.—Pórfido diorítico. 50.—Hidro-micapizarra con cristales de Hematita. 51.— ,, ,, ,, ,, ,, ,, 52.— ,, ,, ,, ,, ,, fierro y Crisocola. 53,—Caliza.
En varias partes.....	54.—Epigenia de pirita (metamórfosis) vulgo Tepustete 55.—Calcedonia (cocos regados en el llano al pié del Vértice K).

NÚMERO 2.

CATÁLOGO de los ejemplares colectados por el Ingeniero Joaquin M. Ramos, en la exploracion de la Comision científica á la Baja California el año de 1884.

Rocas.

Núm. 1.—Marga. Arroyo del Pozo, espesor 2 metros.
„ 2.—Idem, abajo de la anterior, idem 4 idem.
„ 3.—Arcilla en los cerros del Pórfido, camino de San Luis, al N. de los Placeres.
„ 4.—Siliza pizarra con bruno-espato y venas de espato calizo, recogida en la Cañada Rica por el Sr. Agustin H. Gutiérrez.
„ 5.—Marga sobre la pizarra, espesor hasta 0m02 cs. Camino de La Aurora al Campo Nuevo.
„ 6.—Conglomerado en cimento calizo. Arroyo de la Angostura, camino de los Placeres á La Trinidad.
„ 7*a*.—Diorita envolviendo al pórfido. Arroyo de la Angostura.
„ 7*b*.—Diorita idem idem idem idem idem.
„ 8.—Pórfido traquítico en diversos grados de descomposicion, en el Paso de San Juan.
„ 9.—Pórfido traquítico en diversos grados de descomposicion, con fragmentos de pórfido descompuesto.
„ 10*a*.—Pórfido traquítico. Camino á La Trinidad.
„ 10*b*.—Pórfido idem idem idem idem.
„ 11.—Diorita. Adelante de Santa Gertrudis, camino idem.

Núm 12*a*.—Arcillofira. Arriba de San Juan.
„ 12*b*.—Arcillofira. Idem idem idem idem.
„ 13.—Basalto compacto. Arroyo de San Cárlos.
„ 14.—Pórfido. Idem idem idem idem.
„ 15*a*.—Toba pomosa. Terrenos de San Ignacio.
„ 15*b*.—Toba idem. Idem idem idem idem.
„ 16.—Pórfido traquítico. Idem idem idem idem.
„ 17.—Basalto. Idem idem idem idem.
„ 18.—Pórfido basáltico: fragmento rodado. Arroyo de Santa Marta.
„ 19.—Piedra córnea.
„ 20.—Pórfido diorítico. Terrenos de San Ignacio.
„ 21.—Traquita. Terreno del volcan de Las Vírgenes.
„ 22.—Traquita. Montaña idem idem idem idem.
„ 23.—Traquita. Idem idem idem idem idem.
„ 24.—Traquita. Idem idem idem idem idem.
„ 25.—Escoria volcánica. Cerro idem idem idem.
„ 26.—Obsidiana idem. Idem idem idem idem.
„ 27.—Basalto muy compacto. Idem idem idem idem.
„ 28.—Arcillofira. En el "agua del azufre."
„ 29.—Arcillofira. Idem idem idem idem idem.
„ 30.—Arcillofira. Idem idem idem idem idém.
„ 31.—Arcillofira. Idem idem idem idem idem.
„ 32.—Arcilla del arroyo de Santa-Anna.
„ 33.—Arcilla. Idem idem idem idem.
„ 34.—Arcilla. Idem idem idem idem.
„ 35.—Trece ejemplares de minerales de cobre de las minas de Santa Águeda.

—

Moluscos.

I. Ostrea. Pueblo de San Ignacio.
II. Pecten. Agua del azufre.
III. Pecten y Oliva? Dentellones de Arca? Camino del Agua del azufre á Santa Águeda.

IV. Especie de argamasa formada naturalmente á expensas del calor artificial. Contiene conchas del género astarte, de la familia conchídeas que abundan en aquella costa, y además fragmentos de carbon (cisco), huesos y madera.

V. Arena de "Ojo de Liebre."

Líquidos.

α. Un bote agua del azufre.

Restos Humanos.

β. Un Fémur del Arroyo de los Franceses.

CAPITULO VI.

Criaderos minerales.—Criaderos regulares ó en vetas.—Criaderos de acarreo.—Minas derivadas.—Extraccion del oro de las cañadas.—Lavar.—Lavado en máquinas.—Estimacion de su resultado.—Ley del oro.—Nota sobre la habilitacion de un trabajador.

La historia de las vetas metalíferas es bastante oscura; no es posible precisar, como bien lo dicen los mejores autores, si son contemporáneas ó posteriores á la formacion del terreno en que se encuentran: por lo regular se consideran contemporáneas, y mi humilde opinion, fundada en las fuentes en que he bebido y en las observaciones hechas, se deducirá en el curso de mi narracion.

Las sustancias metálicas que constituyen los minerales se encuentran formando vetas ú otros depósitos en medio de las rocas de un terreno. Estos minerales han podido ser originariamente parte integrante de la roca, y las materias que los forman pueden haberse separado químicamente de ella. Puede suceder tambien, como nos lo enseña Beche, que se formen las vetas por la simple filtracion de sustancias metálicas en una hendedura. Es de observacion que las vetas de cuarzo son comunes en las rocas donde abunda la siliza. ¿Qué cambios se operan en una veta y en la roca en que arma, si consideramos que la accion de una poderosa batería galvánica obra de abajo á arriba al través de ellas de una manera constante aunque lenta?

¿Cómo explicar hoy los cambios de composicion que se observan en una misma veta, cuando la roca en que arma es la misma en el trayecto que experimenta la variacion? Más ó ménos atendibles son las razones que se apoyan en la accion del calor central

y en la que las corrientes eléctricas ejercen en el gran laboratorio químico de la naturaleza, para darse cuenta de estos fenómenos.

No podemos precisar de una manera terminante, como ántes indiqué, si una veta es de la misma época de formacion que el terreno en que está enclavada; pero los cambios y dislocaciones que experimentan, nos dan á conocer que en cada region metalífera hay vetas de una misma edad y vetas de edades diferentes.

En los Placeres, no habiendo ningun registro donde se vea un cambio y dislocacion, teniendo todas las vetas la misma apariencia, debe creerse que todas son de la misma edad. Precisar la manera con que se han llenado estas vetas, cuando ni los autores dan reglas terminantes para ello, sino teorías más ó ménos fundadas, seria un absurdo de mi parte. Baste recordar que las sustancias minerales que se encuentran formando el cuerpo de una veta, han llegado á llenar su estuche:

Por infiltraciones al través de la roca de las disoluciones minerales contenidas en ella, las cuales cristalizaron en seguida mediando ó no una accion electro-química.

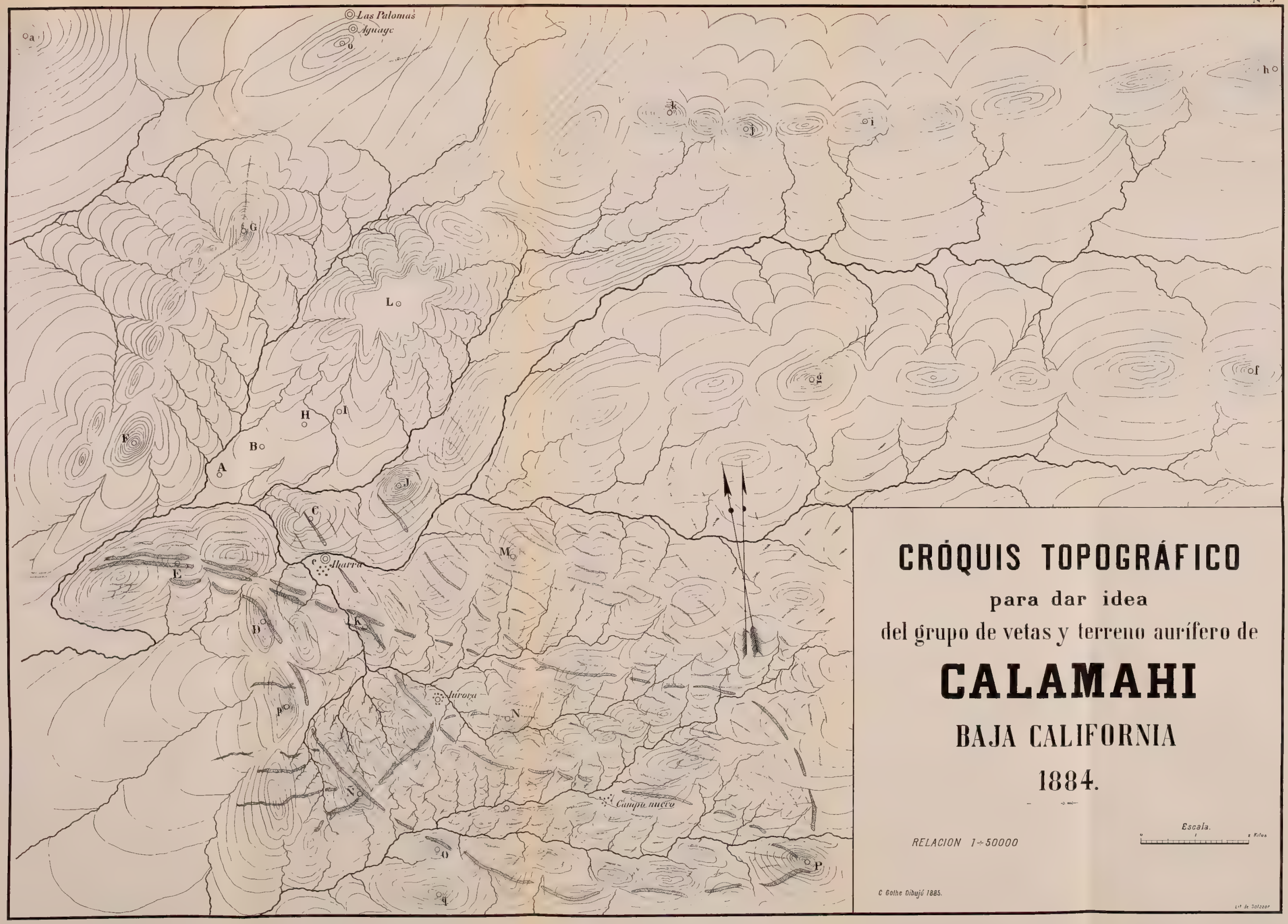
Por llenamiento de acarreo, idem idem.

Por erupciones de la masa fluida del interior del Globo.

Criaderos regulares ó en vetas.—Entre los criaderos de oro nativo que tenemos en México, puedo mencionar Guadalcázar, Estado de San Luis Potosí; Sierra del Peñon Blanco, Partido de Pinos, Estado de Zacatecas, los cuales me son conocidos, y los que existen en el Distrito de Coalcoman, Estado de Michoacan y en el Estado de Oaxaca. Todos en la formacion granítica.

En la region granítica de los Placeres se descubren crestones de guija perfectamente determinados: ellos forman el sistema principal de las vetas auríferas que allí hay; son de cuarzo, y en ellas se encuentra el oro diseminado en granos, en láminas y en particulillas microscópicas; arman en la diorita y puede fijárseles un rumbo medio de 35° N. O. Tienen por acompañante el hierro pardo en cristales cúbicos procedentes de la trasmutacion de la pírita en ese otro mineral. Estas pseudomórfosis llamadas epigenias, se conocen cuando el mineral que las constituye afecta una forma cristalina diversa de la que le es propia.

Tambien la pirita, segun Dana, suele ser epigenia de los hierros rojo y pardo cuando éstos pierden su oxígeno y se sulfuran, y en-


Las Palomas
Aguage
a
o
h
k
j
i
G
L
f
g
H
I
F
B
A
J
C
M
Ilarra
E
D
K
Aurora
N
Ñ
Campo nuevo
O
P
q
CRÓQUIS TOPOGRÁFICO
para dar idea
del grupo de vetas y terreno aurífero de
CALAMAHI
BAJA CALIFORNIA
1884.
RELACION 1÷50000
Escala.
C Gothe Dibujó 1885.

tónces la pirita, que es siempre del sistema teseral, se presenta en el del romboedro, á la inversa del caso presente que es hierro pardo epigenia de pirita, cambiada la forma romboédrica en cúbica.

El nombre vulgar que se da á este mineral es el de Tepustete, trasformado de Tepostel, que en mexicano quiere decir "piedra de hierro." En esta epigenia se encuentran tambien laminitas de oro.

Un cristal de roca de color blanco agrisado muy curioso, de la propiedad de D. N. Villa, y perteneciente á esta formacion, pude ver muy de paso sin lograr adquirirlo para la coleccion, ni examinarlo detenidamente: su eje principal tenia próximamente 0m04 cs. y perpendicularmente á una de sus aristas tenia una pajilla de oro bien determinada, incrustada en el cristal.

Hago la anotacion de este curioso fenómeno porque quizá proporcionará un dato que puede servir para el estudio de la disposicion del oro en la masa del cuarzo que lo contiene en el criadero á que hago referencia.

Lo accidentado del terreno determina en las vetas soluciones de continuidad, y estos accidentes ocasionan la inconstancia en el rumbo. Desde el Cerro Colorado se estudia muy bien esta disposicion, y desde allí se ve tambien que la crestonería está limitada entre el cuerpo más al S. y el cerro de "Las Lagunas," y que ya no es visible en la superficie, sino á una distancia de 48 kilómetros al E., volviendo á aparecer con los mismos caractéres, con las mismas pintas y con iguales leyes que las vetas de los Placeres. A este punto se refiere el criadero inmediato á Santa Gertrudis, cuyas primeras minas buscaron los extranjeros de la expedicion de que hablé en el capítulo IV. Se encuentran tambien vetas con óxidos y silicatos de cobre cuyos respaldos son de feldespato compacto, como se ve por ejemplo en un ramal desprendido de una veta principal del vértice K. Hay además otras vetas de óxidos de hierro con venillas de cuarzo claveteadas de oro.

En el grupo de vetas que se distingue muy bien desde la altura del Cerro Colorado, se ven tres cuerpos principales que forman el sistema general de aquel criadero, teniendo la direccion média referida de 35° N. O., y por el exámen de sus crestones se les puede fijar una potencia média de 3 m. con inclinacion al N. De estas vetas la que está más al S. se ve siguiendo las inflexiones del terreno, como una colosal serpiente que va desde el Cerro Colorado

en direccion de los vértices O, Ñ y D. La del centro es la que pasa por el vértice K, y la tercera entre los vértices K y M, en direccion del vértice J.

Fuera de estos tres cuerpos principales se cuentan otros quince comprendidos en la demarcacion visible desde el Cerro Colorado, haciendo un total de diez y ocho cuerpos de vetas perceptibles, y además otros ramalcos secundarios de la misma formacion cruzando el terreno en distintas direcciones. Entre el grupo principal se encuentran vetas de óxido de fierro con venillas de cuarzo claveteadas de oro, que sólo se reconocen por el exámen detenido del terreno. En éste se encuentran además grandes manchones como depósitos de pedacería de cuarzo aurífero.

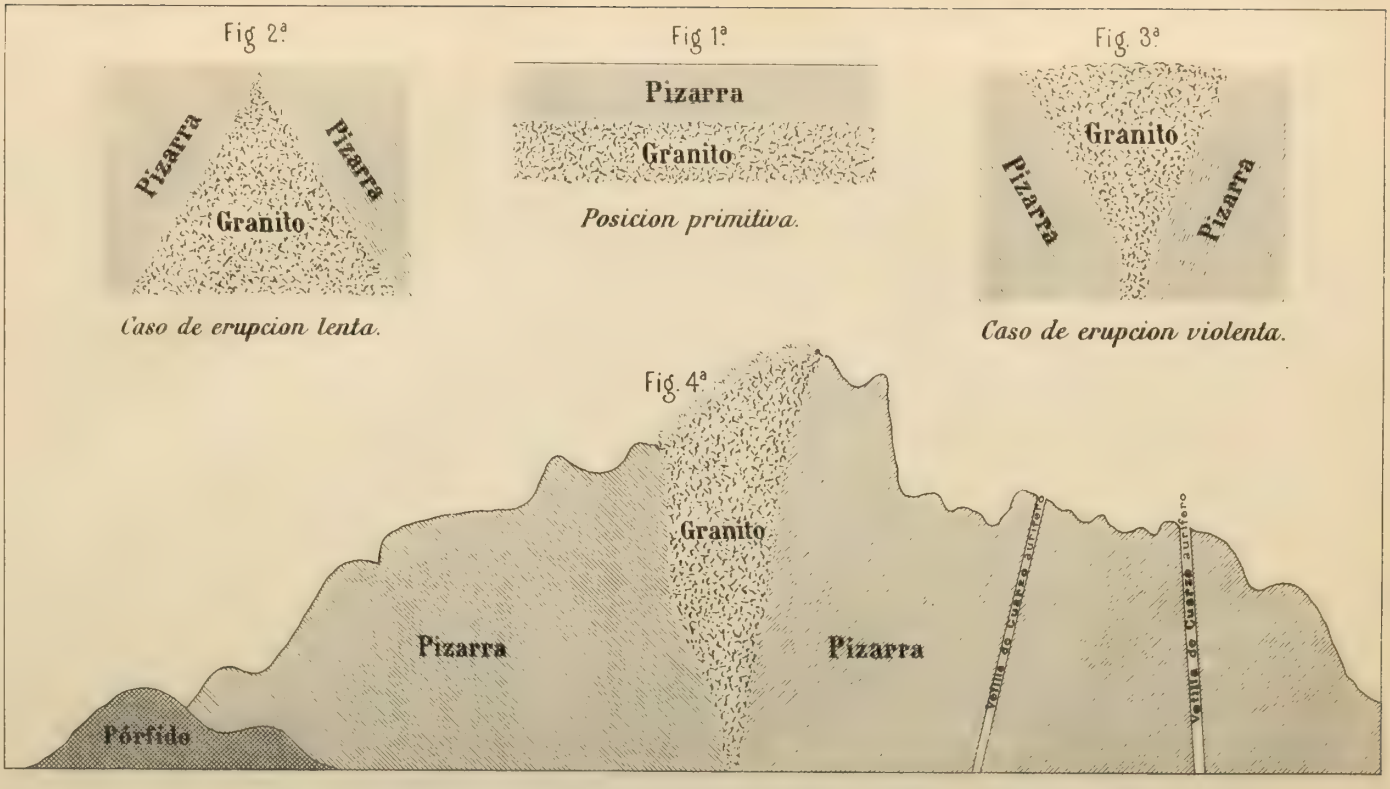
Los veinte ejemplares de la marca Z, son de los diversos crestones de estas vetas, y han dado leyes desde 10 hasta $ 480 por tonelada.

Las minas que se registraron en aquel criadero por empresarios particulares, fueron las siguientes:

1ª La de la "Buenaventura," abierta sobre un ramal de la veta más al S. del sistema general, potencia de 3 m., inclinacion de 45° grados al N. Veta de cuarzo aurífero. Esta mina estaba en explotacion y profundidad de 5 metros.

2ª Mina del "Sol de Mayo," sobre el cuerpo del centro. El pozo tiene 8 metros de profundidad; en el punto en que está abierto solamente se ve bien marcado el respaldo del alto; el del bajo no es visible porque el pozo está roto en el punto precisamente donde se desprende de este cuerpo un ramal con direccion aproximada de 45° al N.O., el que tiene una potencia de $1^{m}50$, y una inclinacion al N. de 45°. Dominan en este ramal los óxidos y los silicatos de cobre, en los que se encuentran diseminadas particulillas de oro nativo, lo mismo que un hilo de cuarzo que pronto perdieron, y labraron sólo el cuerpo cobrizo. A medida que avanzaba el registro á la profundidad, no era visible el oro, que parecia sólo sublimado en el creston y diseminado en el hilo, y se dejó el registro para continuarlo en otras condiciones.

3ª Mina de "La Aurora," sobre la veta del mismo nombre, en el campamento de La Aurora, inmediato á la cañada "Descubridora." El pozo sobre la veta tiene 10 metros de profundidad. Corre ésta cruzando el sistema general; su rumbo es de 36° de N.E.



Cróquis del vértice G de la triangulacion *(Seccion transversal)*

á S.O. inclinada al N. con 45°, y potencia de 2m50; de cuarzo aurífero y algo de cobre.

4ª Veta en el vértice N, llamada de "Madero." Rumbo, 70° N. Potencia, 0m75. Composicion, óxidos y silicatos de cobre con oro nativo, en las mismas condiciones que la Mina de Sol de Mayo, registrada muy superficialmente. Sobre esta veta y la siguiente, comenzándose á abrir las excavaciones, no me refiero sino sólo á vetas, sin hablar de minas como en las anteriores, que ya se les podia dar ese nombre.

5ª "Veta del Aguila." Al N.O. del Cerro Colorado, entre el Campo de La Aurora y el Campo Nuevo. Veta de óxidos de fierro con cintas de cuarzo con oro nativo diseminado en abundancia en particulillas finas. Espesor, 3 metros. Comenzaba el registro y explotacion, y no fué fácil determinar la inclinacion.

El Sr. Ingeniero Martínez Baca, que como se ha dicho tenia á su cargo la oficina de ensaye, determinó las leyes de los minerales arrancados de estas minas, y además las de los diversos ejemplares que recibia la Comision para su exámen, procedente de varios registros.

El resultado obtenido fué el siguiente:

La Buenaventura, á profundidad de 5 metros	$115 00	por tonelada.
Sol de Mayo, del creston de la veta.....	110 00	,,
Idem idem, del plan de la veta en el cobre...	000 00	,,
La Aurora, muestra núm. 1.....	74 00	,,
Idem, muestra núm. 2.....	180 00	,,
Mina del Madero.....	70 00	,,

Diversas muestras.—Reconocimientos superficiales.

Veta del Refugio, de D. Francisco Montes...	$12 00	por tonelada.
Idem de Las Palomas, Ramon Pozo.....	7 20	..
Mina de D. G. Spenserd, rumbo á Santa Gertrudis.	70 00	,,
Mina de Emiliano Ibarra, muestra núm. 1...	160 00	,,
Idem de idem idem, muestra núm. 2.....	240 00	,,

El ensaye de la veta del Aguila ya no pudo hacerlo el Sr. Martínez, por haber salido de los Placeres con los útiles cuando se descubrió la veta. El ejemplar recogido ensayado más tarde dió $200 por tonelada.

La ley del cobre que se encuentra en este criadero es baja, no llega á 15 por ciento; que si en mejores condiciones en el criadero de Santa Águeda es incosteable, aquí no puede hacerse mérito de esa produccion, que no es tampoco la dominante, y podria ser explotable en diferentes circunstancias de las actuales. Se ha limitado la explotacion por el oro á los minerales que lo contienen.

El oro de las cañadas que atrajo naturalmente la preferente atencion de los especuladores, se fué limitando más y más, y reconocidas las vetas, se fijaron en que allí habia un buen centro de produccion.

Las vetas principales son bien determinadas en su rumbo, á pesar de los accidentes del terreno; por su inclinacion en otro tiempo podria considerárseles ó estériles ó de poca duracion. Los criaderos en explotacion en la region austral dan fe de que por la inclinacion de las vetas, que es la misma que en la region central, no hay que temer; además, á medida que los reconocimientos avanzan á la profundidad, son constantes los caractéres de persistencia y produccion del criadero.

Dadas ya á conocer las condiciones normales de la localidad, fácilmente se comprenderá que con amplias concesiones por el Gobierno, é introduccion de mejoras ya indicadas, podrá arraigarse la poblacion minera y desarrollarse productivamente la explotacion en aquel buen centro de produccion mineral.

CRIADEROS DE ACARREO.

Minas derivadas.—Así creo que pudiéramos llamar á los depósitos minerales que origina el acarreo. El oro, por su inalterabilidad, se encuentra en el acarreo en estado de pureza y en mejores condiciones que en las vetas para separarlo de las arenas, porque su matriz, ya por su composicion ó por la destruccion del acarreo, deja libres los granos, chapas, pepitas y pajillas, que pueden obtenerse muy limpias en la separacion, siendo desde el tamaño de muy chicas hasta grandes. Por los diques naturales de roca dura que atraviesa el terreno y por el peso específico del mineral, no han ido las masas á muy grandes distancias.

La explotacion está comprendida en primero y más regular

término en una extension de 10 kilómetros de E. á O., y 8 de N. á S., y concentrada en las cañadas de los cerros Gordo, Alto y Colorado, que es donde más abundan los depósitos.

Distribuido el oro sobre la superficie de la tierra hasta partes infinitesimales, pero teniendo siempre por punto de su orígen vetas primordiales, es más visible y separable en los depósitos del acarreo procedente de su criadero.

En los lechos, en las orillas de los rios y en los terrenos adyacentes, acarreado por las aguas desde lejanos é inmediatos puntos, se encuentra diseminado en polvo finísimo ó en masas, segun el tecnicismo mineralógico, y á las que la costumbre ha introducido que por sus diversos tamaños se les dé el nombre de "Pepitas" y "Chispas de oro." De la misma manera se encuentra en los valles más ó ménos estrechos y profundos, que con el nombre de cañadas y arroyos, dan paso á las aguas de los derrames de las montañas.

En los Placeres está clara, precisa la procedencia del oro que, sublimado, quedó primero esparcido por la superficie de la tierra, en masas de diversos tamaños y en átomos impalpables, en las inmediaciones de su orígen.

El sublimado, en tantos crestones de vetas, de fácil desagregacion, fué, con el trascurso de los siglos, acarreado por las aguas á las partes bajas donde se encuentra, ya con las trazas de su matriz, ya casi en estado de pureza. Allí están las vetas auríferas atravesando un terreno accidentado que determina multitud de cañadas más ó ménos extensas y más ó ménos profundas, en las que en algunos casos se ven las vetas seguir una parte de su direccion. Fuera de los valles naturales, hay lugares donde las corrientes hicieron otros depósitos cuando aquellos se llenaron por el acarreo. El oro finísimo, el oro impalpable no se le aprecia; no hay medios fáciles de obtenerlo, y depositado el apreciable, el de mayores dimensiones, en las cañadas, allí es donde se ha fijado su explotacion; pero los medios de obtenerlo son precarios, difíciles, y por lo mismo sólo se aprecia lo que á la simple vista se puede obtener, y no siendo las cañadas del Placer muy profundas, se agota la materia útil, se reduce la explotacion que puede terminar para que en otras manos, con buenos medios é inteligencia, se saquen más tarde los productos de estas minas.

Las vetas auríferas, cuya explotacion demanda trabajos más importantes y más difíciles que los del simple escarbadero de una cañada, se quedan en su mayor parte sin registrar, y no teniendo los empresarios actuales, elementos para desarrollar esos trabajos, se suspende el deseo de riqueza y el mejoramiento social entre ellos, por no contar con más elemento que el de su trabajo personal.

Los criaderos de oro, lo mismo que los de plata y cobre en toda la extension de la Península, están confirmados en la region Austral, por la exploracion del Sr. Profesor D. Antonio del Castillo, el año de 1857. En esta Region Central, la Comision exploradora da cuenta del estudio de este centro minero, y ya es sabido que en la Region del Norte hay criaderos cuya existencia se confirmacon la actual explotacion de las vetas del Mineral conocido con el nombre de "Real del Castillo," cerca de la Frontera.

No es la primera vez que se hacen extracciones de oro en todos estos Placeres. Inmediato á cada uno de los que hoy son de más importancia, se encuentran señales muy antiguas de la residencia de primitivos pobladores; estas señales son fogones conocidos con el nombre de "tatemas," que el trascurso de los tiempos no ha podido borrar completamente.

En la descripcion que sigue emplearé, en la parte correspondiente, para que sean conocidos, los términos usados en la localidad para la explotacion.

EXTRACCION DEL ORO DE LAS CAÑADAS.

El piso de las cañadas lo constituyen rocas de orígen sedimentario, que expuestas al contacto de las rocas eruptivas, sufrieron las alteraciones que constituyen el fenómeno del metamorfismo. Estas rocas son allí la pizarra talcosa y la pizarra arcillosa, dispuesta esta última en forma de bancos entre la anterior, y ambas con la disposicion correspondiente al movimiento de las rocas eruptivas, como ya se refirió en otro lugar. La accion de las aguas descompuso más fácilmente la pizarra más blanda, la tal-

cosa, y entónces la pizarra de mayor consistencia quedó en partes salientes constituyendo verdaderos diques.

El oro grueso ha ido naturalmente á las partes más bajas, y al ser acarreado, fué detenido en los diques. Siguiendo la explotacion de las cañadas, en estos diques es donde se han encontrado los mayores depósitos del oro grueso ó las masas más pesadas, y se buscan de preferencia, por consiguiente, para hacer la explotacion, esos bancos, á los que vulgarmente llaman "cascajo duro," y á la pizarra talcosa que contiene en muchas intromisiones particulillas de oro delgado, llaman "cascajo blando." A la interseccion del dique con la roca blanda, donde se deposita el mineral, se le llama "Canal del oro." Los tramos de los depósitos más ricos y abundantes, tienen diversas longitudes, 4, 5 y 10 metros. Su anchura máxima es de 10 metros: así son unos del Cerro Colorado; mas por lo comun tienen 3 y 4 metros, y á continuacion de estos tramos siguen otros de ménos ley y de longitud semejante á los anteriores, que nadie se ocupa de explotarlos, por no ser costeable en las condiciones en que se hace el disfrute.

Cubiertos hasta la superficie estos depósitos, por el acarreo, están revestidos muchos de ellos por la tierra vegetal, que tiene un espesor medio de 0m.50: debajo de ésta y de las arenas flojas, de espesor de un metro, se encuentra en algunos casos un conglomerado muy fino, duro, de cimento calizo de espesor de 2 metros, que cuando se ha roto deja ver en el fondo de la cañada el oro grueso: así ha sucedido en algunos puntos; por ejemplo, en la "Cañada Cuata," explotada por D. Roman Pozo, quien se resolvió á romper este conglomerado por haber visto en él "color" el entendido práctico Jesus Fontes. Dan el nombre de "color" ó "colorcito" aquellos mineros, á las trazas ó particulillas de oro que hay en las arenas ó en las piedras minerales: dicen tambien que una veta tiene "humores" de tal ó cual metal, cuando sólo se encuentran trazas del mineral que contiene.

Depositada la mayor cantidad del oro en estas cañadas, sólo de ellas se extrae, haciendo excavaciones y separando y concentrando las arenas de la manera que diré adelante.

"Gambuzino" es el nombre que se le da al catero ó buscon del oro, que se ocupa de su extraccion de la manera siguiente:

Provisto de su herramienta, que cuando la lleva completa con-

siste en barra, talache, pala, un cedazo ó zaranda de mano, una batea con capacidad para contener una arroba de arena mineral, y un cotense, ó sea un pedazo de manta del tamaño de un metro cuadrado, más ó ménos, se dirige á "*prospectar*," ó sea registrar y reconocer á vista, si tienen ó no oro las tierras que se propone lavar. La palabra "prospectar" la usa el gambuzino españolizada del inglés, "prospect," esperanza con prevision, vistillas, etc., etc., y la tomó del americano que la usa en sus registros de los placeres.

El gambuzino hace una excavacion, recoge sus tierras; si les ve color las lava ó concentra, y si del resultado de este ensayo que para él es un "ensaye," resulta que le pagan la cantidad que necesita ó se propone, continúa el trabajo; si no, sigue adelante *prospectando* hasta encontrar tierras que en su lavado le paguen lo que se propone. La estimacion del pago de las tierras se hace por la arroba que contiene la batea; apreciando á la vista la cantidad de oro que obtiene en este reconocimiento, y valuando la onza inglesa, peso de Troy, á razon de $16, á que vende su oro. Con la práctica que tiene el gambuzino, no se refiere al peso del oro, sino á su valor en moneda corriente, y así dice: "que paga la batea uno, dos, tres centavos; uno, dos, tres reales; uno, dos, tres, etc., pesos."

Una vez que encuentra la ley que necesita, se instala, preparando la cantidad de tierras que puede lavar en un dia, que de la manera que lo hace es média tonelada, y nunca escoge las que le paguen por arroba ménos de 6 centavos; es decir, calcula su trabajo mínimo á razon de $2.40 al dia. Lo que baja de $2 dice que perdió.

Hacer tierras.—Desmonte.—Tumbe de las tierras de asiento. Planeo y cascajeo.

Explicada la manera de cómo se encuentra el oro en las cañadas, diré: que pasada en éstas la capa de tierra vegetal, de espesor medio de 0^m25 á 0^m85, y el conglomerado de cimento calizo, variable tambien en su espesor, hasta 2 metros en los puntos re-

conocidos, se llega á un acarreo de arenas finas, cuyo grueso, variable como los anteriores, tiene un espesor máximo de $0^{m}30$. En este depósito de capas de arenas delgadas se encuentra el oro fino, y á estas capas se les llama "tierras de asiento;" pero busca el gambuzino, de preferencia, el oro grueso que puede sacar con facilidad. Debajo de este depósito siguen los cascajos (que ya dije lo que son); en el blando penetra el oro hasta 30 centímetros. A la primera operacion de arrancar la tierra vegetal y el conglomerado se le da el nombre de "desmontar." Al arranque del depósito de arenas con asiento duro se le llama "tumbar las tierras de asiento," y como debajo de éstas se encuentra en algunos puntos la roca blanda con partes salientes bien determinadas, se hace el emparejo buscando las chispas gruesas que hay de intromision en sus hendeduras ó partes separadas. A esta operacion se le da el nombre de "planear." Y por último, se escarba y se saca esta parte blanda con ley de oro, á lo que se da el nombre de "tumbar el cascajo" ó "cascajear." Al conjunto de las operaciones anteriores se da el nombre de "hacer tierras," las que una vez preparadas, lava el gambuzino.

"Tirar una labor" es preparar el terreno que se va á explotar, lo cual consiste en registrarlo, señalarlo y hacer en él las operaciones indicadas. Se dice en una labor que el oro es "trechero" cuando con regularidad van apareciendo á distancia sus mejores depósitos.

Lavar.—El oro nativo se saca desde la antigüedad moliendo con agua las rocas que lo contienen, y haciendo pasar el polvillo sobre planos inclinados cubiertos de jerga, á la que se pegan los granitos y particulillas de oro, cuya separacion se hace lavando en tinas la jerga. Hoy, aun empleando el agua, tiene modificaciones ese procedimiento, y se emplean otros medios; pero se sigue dando el nombre de *lavar*, á la separacion del oro de las rocas, llamando *lavar en seco* cuando no hay agua.

En las operaciones del Placer no se emplea el agua.

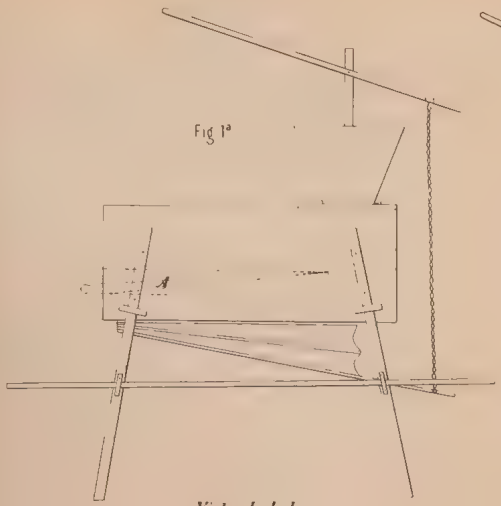
El gambuzino, despues que *hizo tierras*, comienza á *lavar*, ó sea

concentrar en seco, y por el aire, en lo que tambien interviene la fuerza pulmonar. Comienza la operacion haciendo una primera *pepena* del tepetate grueso que tienen sus tierras, entre el que suele encontrarse chispas de oro.

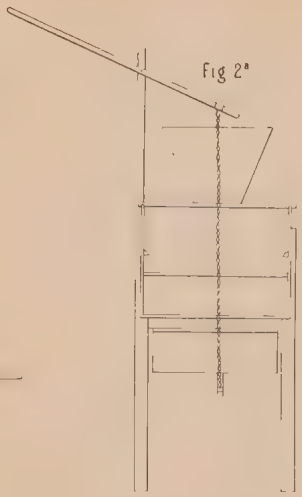
Una vez separado el tepetate ó granzon, á mano, se usa el cedazo de malla del núm. 3 al 5, cerniendo la tierra que se recibe en el cotense. En la granza se hace una segunda *pepena* de chispas. Sigue despues la concentracion del oro en la batea, haciendo pasar primero las arenas de ésta á la manta y vice versa, á regular altura, limpiando ó quitando á mano las gruesas, y continúa la operacion en la batea, á la que se le imprime un movimiento de doble accion, de manera que al lanzar las tierras en sentido contrario al de la pesantez, reciban al caer en el fondo otro movimiento circular. El oro, más grueso y más pesado, va quedando en el fondo, expulsándose las tierras por medio del soplo: se repite esta operacion de aventar y soplar hasta que quede el oro bastante limpio; terminando el último trabajo en la palma de la mano, poniéndola en disposicion que se acabe de limpiar el oro á dedo y á soplo; pero ya los pulmones no trabajan tanto como en la batea; y en seguida termina el gambuzino su operacion, envasando el precioso metal en un cartucho de parque metálico, que tapa con otro de igual clase que le adapta.

Lavado en máquinas.—Máquinas para lavar (Concentrar).

La máquina más sencilla para lavar (Fig. núm. 1), consiste en un cajon de madera que tiene por lo comun 0m80 de largo, 0m50 de ancho, y 0m36 de altura, abierto hácia la parte anterior. Este cajon está montado y bien asegurado en un armazon tambien de madera, y sentado sobre el mismo á una altura de 0m60 sobre la superficie del suelo, dando una total elevacion de 0m96. En la boca ó entrada superior tiene una "tolva" por donde se echan las tierras á lavar. El cajon tiene dos compartimientos determinados por un bastidor forrado ó vestido de manta comun; dicho

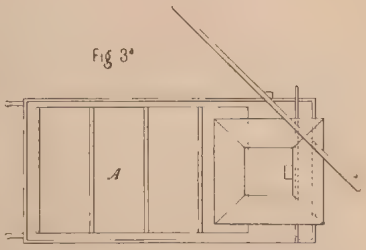


Vista de lado

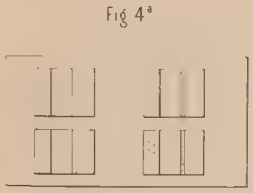


Vista de frente

Escala de 1:15

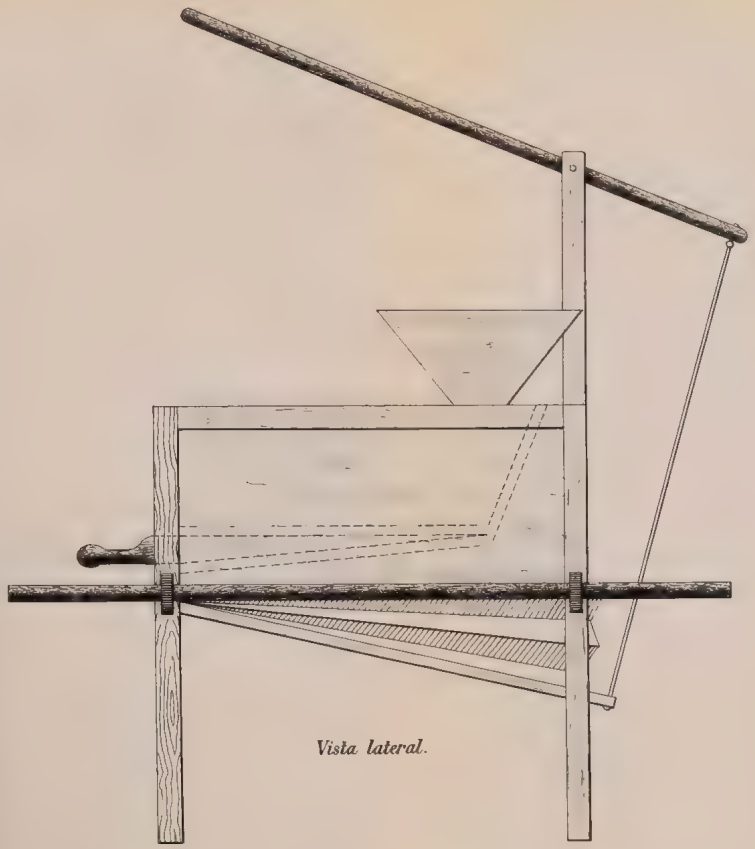


A tela doble; la superior de manta gruesa y la inferior de alambre de 12 x 12 en una pulgada

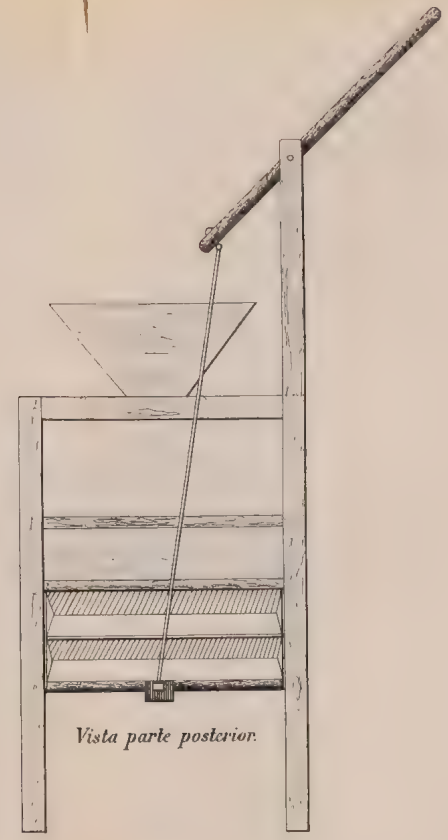


Cubierta superior del fuelle

Fig. 1ª

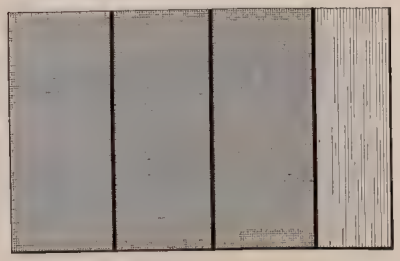


Vista lateral.

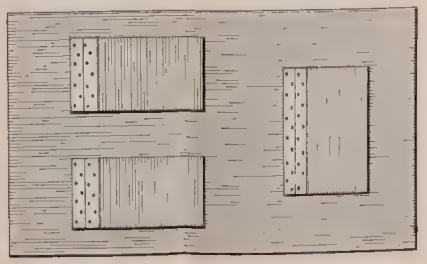


Vista parte posterior.

Máquina sencilla para lavar ORO.



Bastidor con los Rifles.



Tapa superior del Fuelle y fondo del cajon.

Escala 1:10 0 10 20 30 40 50 centím.s

Cárlos Gothe C. y D. Zacatecas, Marzo 1885

Lit. de Solazar

bastidor tiene colocadas transversalmente 3 ó 4 varillas de una altura de 1½ centímetros, á las que se les da el nombre de "rifles." El bastidor colocado en el plano inclinado, tiene una inclinacion hácia la parte anterior de 3 pulgadas, y queda separado del fondo otras 3 ó 4 pulgadas, lo que permite que corran las arenas sobre él: está asegurado por medio de dos correderas en forma de cuña prolongada, que se colocan entre el bastidor, y un barrote saliente ó sobrepuesto á cada cara lateral interior del cajon para que forme la cara ó ajuste; como el bastidor está inclinado y el barrote sobrepuesto queda horizontal, se deja el espacio anterior abierto, el posterior cerrado, y de aquí la forma de cuña que lleva la corredera, la cual termina en figura de mango para su fácil manejo.

Las partes gruesas y más pesadas se van depositando en los rifles del bastidor, el que además tiene por debajo algunas veces una tela de alambre para que la de algodon no varie su tension por el peso de la carga que está recibiendo constantemente de la tolva: ésta tiene un regulador que permite pasar más ó ménos cantidad de arenas, segun su grueso, para que caigan al bastidor como convenga, y la entrada de la parte superior ó primer compartimiento del cajon, no es recta, sino que tiene á los costados planos inclinados facilitando la caida de las arenas.

El compartimiento inferior tiene 2, 3 y 4 válvulas que dan paso al aire que comunica un fuelle que va colocado en la parte inferior del cajon, cuyo fondo viene á ser la tapa superior del fuelle, el que se pone en movimiento por medio de una palanca que está articulada en una de las columnas del armazon, que tiene una altura total de 1m25. La palanca tiene sus brazos en razon de 1 á 3 ó 4, comunicada con el fuelle para imprimirle el movimiento por medio de una cuerda ó de un alambre.

Las arenas descienden por la caida, y siguiendo la direccion del plano inclinado, se detienen en los rifles el oro y los cuerpos pesados. El fuelle sopla y el aire imprime movimiento á las tierras, que están cayendo al plano, expulsando el polvo fino y partículas ligeras por la parte abierta del cajon, donde se forma una nube de polvo que hace incómoda la operacion, y en el que sale el metal ligero que no puede detenerse en los rifles.

Veinte arrobas de mineral pasan por la tolva para hacer la concentracion ó el lavado de lo que se llama *una rendida*, y cada cua-

tro rendidas hacen una tonelada. Al final de cada rendida se saca el bastidor, de él se separa el oro más grueso de los rifles, es decir, lo que desde luego se puede ver y apreciar. Esta operacion se hace con cuidado: se saca el bastidor y se va inclinando lentamente, de modo que acaben de rodar á los rifles los cuerpos pesados que están sobre la tela, separando las chispas. La operacion se hace sobre el cotense, adonde caen los cuerpos más ligeros al ir inclinando el bastidor. Y por último, todo el resíduo se voltea sobre el cotense, en el que una vez reunidos los resíduos de 25 rendidas ó de 500 arrobas, se hace la operacion que se llama "apurar," la cual consiste en volver á pasar aquellos polvos por la máquina, con lo cual lo que se hace es una segunda concentracion en la que queda el oro más grueso que no se sacó en la primera, y el resíduo de esta segunda concentracion, que ya son polvillos, con el oro más fino que no se ha perdido en las manipulaciones anteriores, pasa de nuevo de los rifles á la batea para terminar en ella la operacion de apurar, en los términos ya explicados.

Las dimensiones señaladas á la máquina descrita son variables, de ahí máquinas más ó ménos grandes y más ó ménos pesadas para el trasporte. Éstas se conducen por medio de dos barras de madera que salen de cada lado lo bastante para que á manera de parihuela puedan trasportarse de un lugar á otro, y se ponen y quitan á voluntad. Hay maquinitas que puede llevar una muchacha á la espalda.

Dos secciones de pequeñas gambuzinas y gambuzinos he visto lavar sus tierras en ellas.

Cuando se han hecho y preparado las tierras, con una máquina de éstas se puede lavar en 10 horas de buen trabajo 12½ toneladas, 1,000 arrobas. Este es el término medio que obtuve de multiplicadas operaciones.

Me referiré en seguida al costo y producto de unas tierras que se prepararon en 5 dias por 3 hombres, entre los que se contaba el dueño para arreglar y cuidar su interes. Se lavaron 1,035 arrobas en 10 horas.

Calculando el gasto por hombre de $ 2 diarios, término medio, como se paga en los Placeres, en los 5 dias de preparacion de las tierras:

Como la explotacion no se sigue en trabajo formal, no se aprovecha todo lo que se debiera: mas si no avanza, no aventura mucho el empresario, porque como se saca el bastidor al final de cada rendida, si no se le ve color, se apura luego para aclarar, y si resulta que no se le advierte, se deja el punto y se sigue á otro lugar, adonde previamente se reconoce si se puede lavar. Estas leyes desde 1 hasta 6 centavos son de tierras lavadas que habian dado ántes 6 y 12 centavos, segun los datos adquiridos.

Mejoradas las condiciones de explotacion, se obtendrá mejor resultado, aprovechando el oro que hoy no se puede obtener.

Ley del oro.—Reconocido el oro, se encontró tener liga de plata y cobre. Como se disolvió muy bien una laminita en el agua régia, se comprendió que no debia llegar la plata ni al 10 por ciento, porque cuando llega ó pasa del 15 por ciento, su disolucion es dificil ó imposible, y hay que incuartar. Del cobre acusó trazas.

Las leyes encontradas en 1,000 partes del metal, fueron:

Oro.....	926	milésimos.—22.22 quilates....		92,60	por ciento.
Plata....	70	,,	.....	7,00	,,
Cobre...	4	,,	.....	0,40	,,
	1000	,,		100,00	,,

El oro de los Placeres ha sido remitido generalmente á San Francisco California, en cuya Casa de Moneda ha dado ley de 21 quilates el grueso y 23 el delgado.

Nota de la habilitacion diaria del gambuzino.

Café, dos onzas.....	$0 08
Harina, una libra.....	0 25
Carne seca, media libra.....	0 25
Frijol, una libra.....	0 20
Manteca y sal ó queso, por valor de.....	0 50
Tabaco.....	0 09
Panocha, media libra.....	0 13
Agua.....	0 50
Total.....	$2 00

El gambuzino quiere cuando ménos $3 por su dia, y no trabaja de lo mejor; sólo el yaqui cumple ménos mal. Sacando más de $2 le queda el sobrante para otras necesidades y para otros gastos. En el cálculo anterior no entra el mezcal; se va endrogando con unas cuantas copas diarias que toma, como sucede generalmente con los trabajadores mineros. El sábado liquida, y cuando por cuenta propia ha obtenido algun oro de su trabajo, no tiene inconveniente en jugar mucho y beber más, pagando sus veinte reales por cada botella de mezcal, y bebiendo hasta caer. El indio, apénas se siente despejado, sigue bebiendo más.

Del vestido y del calzado se ocupa cuando se le caen á pedazos. La escasez y carestía de agua, y el trabajo á que se dedica, lo tienen desaseado y asqueroso. Para conservar su ropa no tiene el recurso que el barretero y el peon de nuestras minas del Interior, que tiene su departamento especial para guardar el vestido (bartolina).

Cuando el gambuzino está ya obligado á cambiarse de sus *trapos*, llenos de insectos asquerosos, los tira ó coloca en los cardones, en las chollas, en los mezquites, y es muy comun tambien en las veredas desde los Placeres hasta la playa, ver tal serie de banderolas formadas así con la ropa del desecho. Vengo hablando en general del gambuzino.

Los trabajadores son generalmente indios de raza pura y mestizos. Entre los de raza pura abunda el yaqui de Sonora.

En esta parte central de California, es curioso lo siguiente:

El mestizo que tiene más de indio, considera á la raza india como bruta, y para distinguirse se llama á sí mismo *gente de razon*. Los indios de raza pura que han tenido medios de andar más en las poblaciones, ó más roce con gente civilizada, tambien se llaman á sí mismos *gente de razon;* á la clase mezclada y á todos los demas que no tienen el color abronzado, les llaman *gachupines mexicanos*.

CAPITULO VII

Condiciones de la explotacion de las vetas.—Elementos con que se cuenta.—Indicacion del lugar para un Establecimiento Metalúrgico.—Tratamiento metalúrgico conveniente.—Desventajas y conveniencias de la exportacion.—Exploracion á las Salinas de "Ojo de Liebre" y al puerto de Santo Domingo.—Mineral de Santa Águeda.—Visita á sus minas.—Pormenor de su explotacion y exportacion de minerales.—San Ignacio.

Reconocidas las vetas auríferas como el primer centro de la produccion minera, á ellas de preferencia tiene que dedicarse la principal explotacion, sin ser remoto que las vetas más abundantes en pinta de cobre como la del Sol de Mayo, hagan productiva su explotacion por este Mineral; pero como hasta la fecha en que se retiró la Comision de los Placeres sólo las minas del Sr. Ibarra estaban en trabajos interrumpidos de reconocimiento y ensayes, comenzando á abrir mina sin tener hasta entónces fijo un plan de operaciones que dependia de circunstancias especiales, no habia de donde tomar datos para calcular la produccion de su costo y utilidad. El Sr. Ibarra, luchando con las dificultades de aquel centro, tenia por lo pronto por punto de mira exportar su carga, y se limitaba á tumbar algunas toneladas para remitir á su ensaye á San Francisco, procurando el fomento de su empresa, siempre con la idea fija de establecer en su colonia una hacienda de beneficio. En los trabajos emprendidos en la mina "La Buenaventura," sacó en una semana 3 toneladas de mineral, trabajando sólo una parada en el pueble de dia; la ley reconocida dió $115 por tonelada, con un costo aproximado de $3.14 por carga. A la fecha en que escribo (Mayo de 1885) me comunica el Sr. D. Loreto Espinosa, de San Ignacio, que continuaba con entusiasmo el trabajo de las minas; el Sr. Ibarra habia hecho traer de San Francisco aparatos para montar un establecimiento de beneficio.

Despues que la Comision estudió el criadero mineral, insistió con los exploradores en que deberian dedicarse al registro y explotacion de las vetas.

En el segundo Informe sobre los Placeres, que remití el mes de Abril de 1884 á la Secretaría de Fomento, manifestaba mi opinion sobre que deberia fijarse la atencion en el registro de las vetas, que consideraba de más importancia que los depósitos de oro en las cañadas.

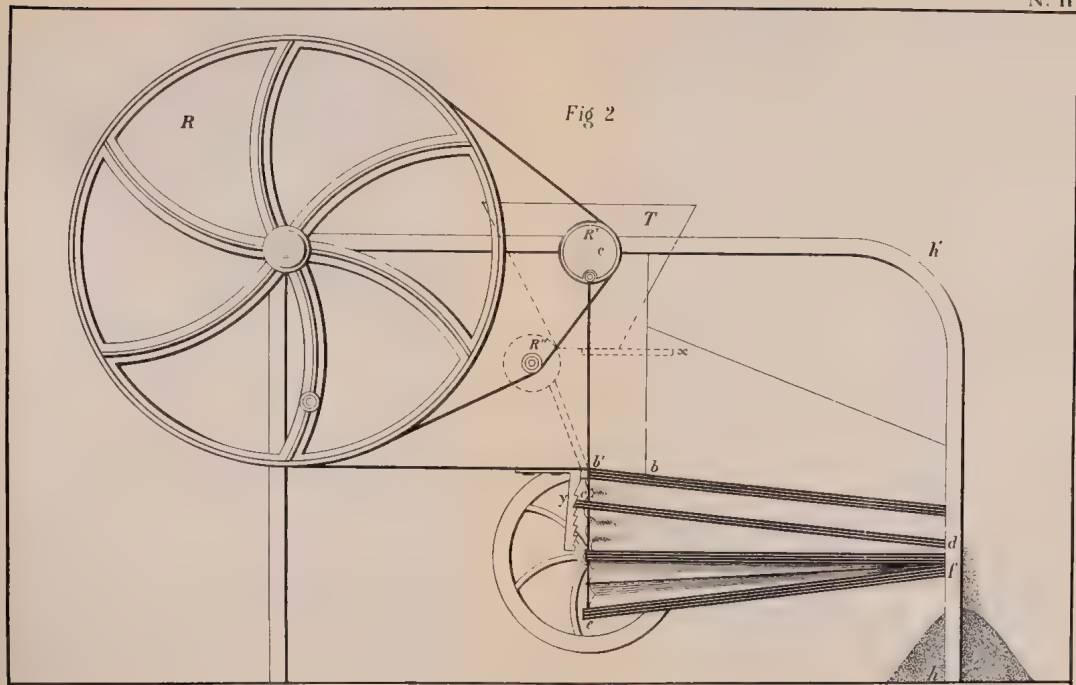
Los hechos van confirmando que no se manifestaba una idea muy distante de la realidad.

La Comision tuvo siempre la mejor voluntad para ayudar á los mineros con sus conocimientos en cuanto solicitaron, indicándoles las obras que debian emprender para procurar el mayor rendimiento con el menor costo, ensayándoles sus metales, reconociéndoles sus minas adonde quiera que indicaban ese deseo. El espíritu minero comenzó á desarrollarse entre todos; pero quedaba, en lo general, en buenos deseos por la falta de capital y por la dificultad para superar los inconvenientes de la vida, cara en aquel desierto, falto de fácil comunicacion con los otros centros habitados del Territorio.

Para el desarrollo de la explotacion se necesita, en primer lugar, agua.

Aunque conveniente la apertura de fuentes brotantes, de cuya posibilidad ya se ha hablado, no es indispensable; su descubrimiento ya se deja ver que traeria grandes mejoras y ventajas. Agua hay; falta abrir pozos suficientes y sacarla: se tendrá la necesaria y sobrada. El combustible para un establecimiento metalúrgico, no lo hay; de mala calidad se almacena para los usos domésticos, procedente de la vegetacion del lugar. El necesario habria por lo pronto que importarlo por mar, y sin embargo, se obtendria á precio módico.

El punto más apropósito para fundar un buen establecimiento metalúrgico es el de la Colonia Ibarra, terreno en general plano y con inclinaciones convenientes en algunos puntos, para aprovechar la diferencia de nivel en los aparatos que en el curso de las operaciones de beneficio conviene mejor que queden unos más elevados y comunicados con los que le siguen en el curso de los procedimientos.



MÁQUINA para lavar oro, Sistema Harris.

Escala $\frac{1}{10}$ 0 10 20 30 40 50 centimts

Carlos Gothe C y D Zacatecas, Marzo 1885

Lit de Salazar

Tres hombres á $2 diarios.....$	30 00
Lavado en la máquina, á destajo á ½ centavo arroba.	5 17
Un peon cargando la idem en un dia de lavado.....	2 00
Por el dueño, cuidando. El costo de un dia en el lavado.....	2 00
Suma.....	39 17
Más el 2.125 por ciento por desgaste de herramientas, etc.....	00 83
Valor en junto. Total gasto.....$	40 00
Las tierras produjeron 5 onzas de oro del peso de Troy. Su valor á $16, como se paga en los Placeres.....	80 00
Utilidad líquida en 60 horas de trabajo.....$	40 00
ó sea al precio bajo de la onza de Troy una utilidad de 100 por ciento.	

Con este cálculo le salió al explotador cada batea á cerca de 7¾ onza, ó más de ½ real.

El producto de las 5 onzas de oro obtenido de las 1,035 arrobas de mineral, que equivalen á 414,000 onzas, corresponde á una ley real de poco más de 0,0012 por ciento.

Las máquinas de Harris, sistema americano de graduador, son más sencillas que las anteriormente descritas y su trabajo útil de mucho mayor producto, como voy á exponer. (Fig. núm. 2), a b c d, es el cajon en cuya parte anterior cae la tierra por una tolva T, la que tiene una cerradura X, que se abre ó cierra á voluntad para dar paso á las tierras, segun sean más ó ménos gruesas: caen éstas sobre el plano b d, donde está el bastidor colocado de la misma manera que en las otras máquinas, lo mismo que el fuelle e f.

La rueda R, tiene de radio 0m45, se maneja con un manubrio, y una corredera sin fin trasmite el movimiento á las poleas R′ y R.″

La primera R′ tiene de radio 0m05; sirve para trasmitir el movimiento al fuelle, lo que se verifica por dos varillas articuladas en el eje del lado del cajon, comunicando la posterior en su parte inferior con el volante V.

La segunda polea R″ tiene un radio de 0m02, y pone en movimiento un ventilador de fuerza centrífuga, por el que el aire se-

para la tierra y polvo fino que forma una nube constante, y entre el que vuelan las partículas de oro microscópico, dejando sólo caer los cuerpos pesados al plano inclinado, donde se depositan de la manera ya explicada.

La altura de la máquina hh′ es de.....	0m80
El largo del cajon c′ d′.....	0 75
El idem idem idem a, b.....	0 75
El ancho del armazon.....	0 65
El volante aparcado con el fuelle tiene un radio de..	0 20

El fuelle tiene además una guía de cada lado, cuya altura es igual á su juego, con el objeto de que ande siempre sin desvío en la vertical.

La máquina tiene un regulador para variar la inclinacion del bastidor y aumentar ó disminuir con esa posicion la capacidad de la caja de aire del fuelle. Al efecto está arreglado de la siguiente manera: la parte b′ e f d,′ constituye todo el fuelle, teniendo en la parte c′ d′ una cinta de madera con un diente que corre á lo largo de una barra dentada colocada enfrente. La caja del fuelle recibe en unas correderas el bastidor con los rifles, dispuesto convenientemente. La barra constituye el regulador con el paso necesario para que el plano quede con la inclinacion correspondiente y puedan correr las arenas segun convenga. Cuando la caja sube el plano adquiere mayor inclinacion. La caja de aire tiene más capacidad; cuando baja el plano queda con ménos inclinacion; se detienen en él más las arenas, que corren con más lentitud, y la caja de aire disminuye de capacidad. Esta máquina está montada sobre un armazon de fierro en tubos para que no sea tan pesada; pero por las piezas del mismo metal que la componen se hace pesada y de difícil trasporte; mas se desarma para su cómoda conduccion á larga distancia. A esta máquina se le agrega además un plano sin fin, horizontal, colocado de tal manera que su movimiento lleva las tierras que se le echan del cernidor y van cayendo en la tolva. Este plano se forma con lona y tambien tiene rifles: su ancho es poco ménos que el de la tolva, su largo de 1m50, y el movimiento se le comunica por el mismo receptor de movimiento que á la máquina, para lo cual tiene en las extremidades de su bastidor interior rodillos que terminan en poleas que reciben las

bandas de la trasmision del movimiento que se comunica al plano. Esta máquina la ví funcionar sin emplear el plano sin fin, que bien arreglado debe producir buen efecto, y mucho mejor resultaria en mi concepto, con la comunicacion de un trómel colocado convenientemente. Para el uso del plano necesita la máquina más potencia. Un hombre la mueve para obtener todo su efecto; pero no es bastante para trabajar en todo el tiempo.

El resultado medio de su trabajo es como sigue:

En 40 segundos da el receptor 24 revoluciones y se lavan 4 arrobas. En un minuto, 6 arrobas. En una hora, 360 arrobas. En diez horas de trabajo útil, suponiendo que todo camine bien, 3,600 arrobas ó 45 toneladas. Para preparar 45 toneladas de tierras, es decir, desmontar, tumbar, cascajear y cernir, se necesita un gasto de $90 calculando $2 por tonelada, que es el costo mínimo á que puede ponerse, teniendo en cuenta el precio de los jornales y el trabajo medio que tiene que ejecutarse. Este gasto ha salido á $2.40, pero puede reducirse á $2. Hasta aquí el trabajo como se ejecuta sin emplear el trómel ni el plano sin fin.

En la máquina simple se lavan 12½ toneladas en 10 horas, con el costo de $6, cuya distribucion es la siguiente:

Pago del lavador	$ 2 00
Idem del cargador que se alterna con aquel	2 00
Y el vigilante indispensable que gana	2 00
Suma	$ 6 00
Las 45 toneladas en la máquina de Harris se lavan con un aumento al costo anterior de sólo	2 00
La preparacion de las tierras de las 45 toneladas, segun dije ántes, á $2	90 00
Por desgastes y reparacion	2 00
Lavado de 45 toneladas, valor en junto	$100 00

Para cubrir este gasto las tierras, no deberán pagar ménos de 2.77 á 3 cs. por arroba, ó $2.40 por tonelada. Sobre esa base se pueden calcular costo y utilidad para leyes mayores de 3 centavos.

En la máquina comun 1,000 arrobas ó 12½ toneladas se preparan y lavan con el siguiente costo:

Doce y media toneladas á $2, que representan el valor de la preparacion de las tierras	$25 00
Lavado, segun pormenor dicho	6 00
Desgaste y reparaciones de herramienta	1 00
Suma	$32 00

En estas condiciones no se pueden lavar tierras que paguen menos de $0,0320 o 3'20 por arroba, para sacar solo los gastos, y así no se tiene ninguna ventaja pero con estos apuntes sí se tendrá la base para calcular las tierras que conviene lavar, segun lo que paguen las que se reconozcan, para lavarlas por los metodos que están empleando.

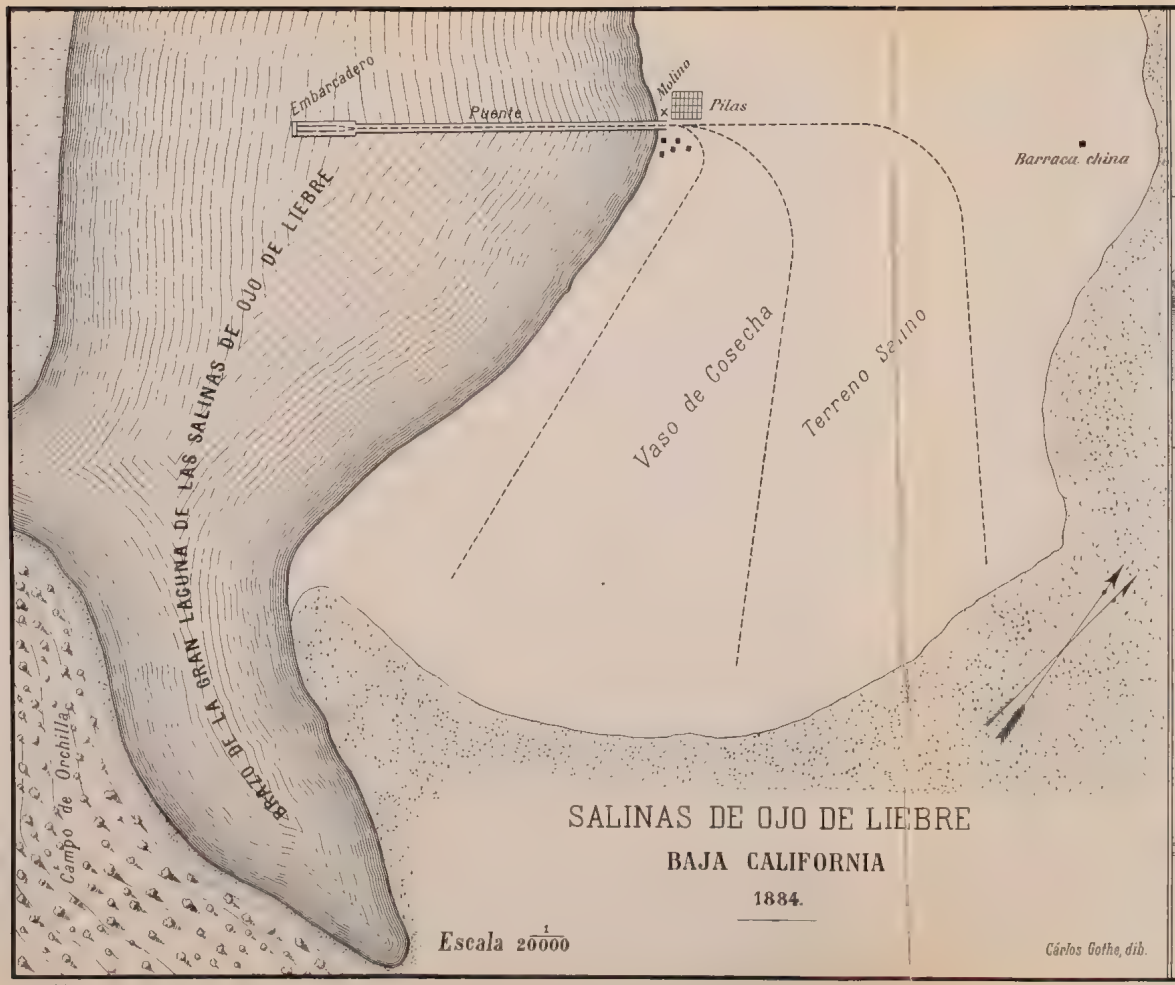
Como el empresario, por lo regular, es comerciante y tiene lo que puede llamarse *tienda de raya*, puesto que en ella habilita diariamente á sus trabajadores, cuando no adelantó en la explotacion porque apénas sacó el costo por un mal calculo, le queda la utilidad de la venta de su mercancía, que por lo ménos es de un 50 por ciento.

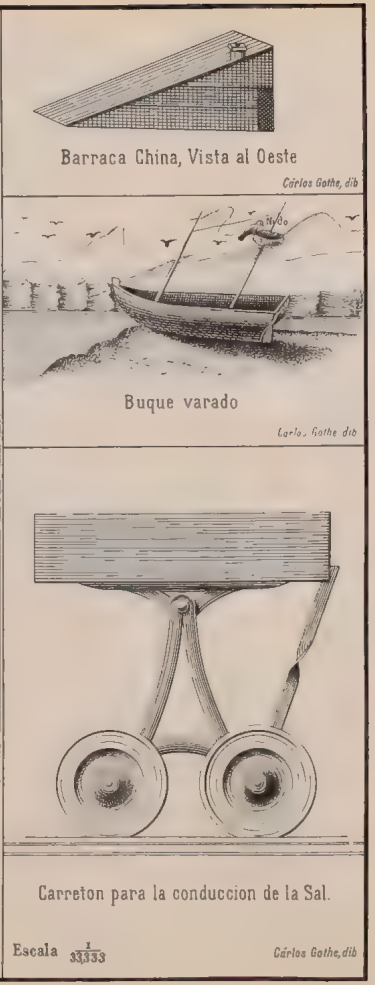
El gambuzino, trabajando por cuenta propia, se pierde en estas condiciones, porque su dia en los Placeres no le cuesta menos de $2, que tiene que distribuir con la familia con quien vive. Al principio de la explotacion, fuera del producto extraordinario que podia tener con las chispas grandes que encontraba al lavar las tierras, obtenia de estas mejor producto, porque la ley mínima era de 10 y 12 centavos por arroba.

Los desechos o tierras sobrantes de las primeras operaciones de las lavas, se concentran de nuevo sin otro trabajo que el de ir arrimando la máquina á medida que se va lavando con la gente necesaria, que son:

Dos hombres, á $2	$4 00
Vigilante que se alterna con el lavador	2 00
Suma	$6 00

Pueden lavarse tierras que paguen 1 centavo dejando una utilidad de 4 pesos, lavando 12½ toneladas en diez horas. Entre estas tierras ha habido leyes desde 1 hasta 6 centavos.





Lit de Solazar

]
t
c

d
a
n

lid
tic

El procedimiento metalúrgico más conveniente para separar el oro de su matriz, es el de amalgamacion.

Los aparatos que se deben emplear y procedimiento que se siga, ya dependerán de la posibilidad y conveniencia del interesado. La primera intencion en la Colonia Ibarra fué montar arrastres contando con que allí hay buena piedra para construir fondos y voladoras. La Comision dejó en construccion la primera tahona, faltando un molino para el polveo, que provisionalmente y para comenzar, pudo haberse habilitado allí. Parece que á la fecha ya se introdujo un mortero.

El azogue (mercurio) para la amalgamacion es de muy fácil importacion, y á buen precio se obtendrá de San Francisco: igual cosa sucederá con el sulfato de cobre, de que más ó ménos tarde se hará uso para el beneficio especial de los minerales de plata que aparezcan. En cuanto á sal (cloruro de sodio), allí están las Salinas de Ojo de Liebre en la costa del Pacífico, á 22 leguas, para obtener cuanta se necesite.

Con respecto á las ventajas ó inconvenientes que pueda tener la exportacion de los productos minerales de aquel centro, creo que los minerales de oro y plata deben beneficiarse en el mismo lugar de su produccion, siempre que ésto sea posible, para dejar en provecho propio la utilidad que busca el comprador. Si la falta de elementos no permite desarrollar la industria, ni hay gente útil y capaz para dirigir y llevar el beneficio, entónces es ménos mal perder por lo ménos, y es conveniente y necesaria la exportacion.

Si las vetas que tienen pintas de cobre resultan por su registro explotables, conviene exportar el mineral, en el ínter se montan buenos hornos para fundir y exportar el cobre.

Antes de continuar el estudio del camino seguido desde el volcan de las Vírgenes para volver á Mulegé por el Mineral de Santa Águeda, daré cuenta de mi expedicion á las Salinas de Ojo de Liebre, desde cuyo terreno salino hice el estudio á que ya me referí, en direccion al volcan, pasando por San Ignacio.

Exploracion de las Salinas de Ojo de Liebre.—Desde el Placer, con rumbo de 10° S.O., se sigue el camino para llegar á un ojito de agua, donde existe hoy un pozo de 2 metros de profundidad, con una seccion de 1 metro 50 centímetros por 1 metro,

y cuyo ojo es conocido con el nombre de "Ojo de Liebre." Dista de la mar unas 3 leguas, y en su boca existen unas palmas de dátil y unos álamos que no llegan á desarrollarse por los destrozos de los animales. Saliendo del Placer, el paso por la Sierra es corto, y buen camino de herradura: hay facilidad de hacerlo practicable y carretero, por no tener pendientes inaccesibles. La parte de travesía de la Sierra tiene una extension de 10 leguas, y con 12 más se llega al mencionado punto, atravesando 40 kilómetros de terreno, todo arenoso, sin más vegetacion que matorrales.

Abundan las liebres en aquella zona, que podia ser más conocida por "Campo de las Liebres." De allí viene el nombre al aguaje y á las Salinas inmediatas de Ojo de Liebre. El agua es potable y de muy buena calidad. Partiendo de este punto, con una distancia de 8 kilómetros y con 70° al N.O. se llega á un terreno salino que tiene una extension de 3,000 metros de largo por otros tantos de ancho en la parte reconocida, siendo de mucha mayor extension, limitándolo por el O. la mar, en cuyo punto hay una gran laguna que es la más importante de las que quedan en la gran bahía de Sebastian Vizcaino. Nunca ha sido reconocida. El capitan Scammon le atribuye una extension de 14 leguas y un ancho variable de 1 á 3 leguas. Tiene muchos islotes bajos, y numerosos bancos de arena que se descubren en la baja marea. Un brazo de esta laguna, á que se le da el nombre de *El Tonelero*, se extiende 2 leguas hácia el S. y es navegable: no puede marcarse ninguna direccion para atravesar la barra, que está variando constantemente, y el navegante que no conozca estas circunstancias, nunca debe intentar atravesarla sin despachar adelante un bote para sondear el canal.

El "Narragansset," de quien tomo estas noticias sobre el fondeadero, y que fué encargado para reconocer las costas del Pacífico, por comision del Gobierno de los Estados Unidos, no pudo reconocer el canal de la laguna por la gruesa mar que hubo en la barra durante su permanencia en aquel punto.

A lo largo de la costa S. y hasta cerca de la cabeza de la laguna, se encuentra un buen canal que hácia su parte N. tiene muchos islotes donde se procrean multitud de aves marinas y becerros marinos. Las primeras ballenas que se encontraron en esta lagu-

na, fueron de la especie conocida con el nombre de *Salmon de California;* muchos balleneros visitaron esta laguna en los meses del invierno de 1858 á 1861, en cuyo tiempo sacaron 22,250 barriles de aceite. Ya estos cetáceos, al ser tan perseguidos, han abandonado aquel punto, del que naturalmente se han retirado los pescadores. Yo encontré todavía allí, y existen de una pesca reciente, unas vértebras y unos huesos de ballena que miden 3 metros de largo.

De las exploraciones balleneras resultó en aquel punto el establecimiento de una gran empresa americana que clandestinamente explotó las Salinas de Ojo de Liebre, por espacio de diez años, sin que el Gobierno de la Península, ni mucho ménos el Nacional, tuviera noticia de su existencia. El gran aislamiento en que ha estado aquella Península y lo desierto de sus terrenos, sin habitantes ni comunicaciones, ocasionaron esa anomalía.

Que aquellas salinas fueron el punto objetivo para una gran explotacion, lo están demostrando los restos, que aunque inutilizados, encontré allí y que son testigos de la no muy remota existencia de una grandiosa empresa en aquel lugar. Aparatos para la concentracion, carros, carretillas, wagones, ferrocarriles, que en diversos ramales al embarcadero y al vaso de cosecha que tiene las dimensiones á que ántes me referí, debieron tener en junto una extension mayor de 6 kilómetros. Habitaciones de madera para la administracion; habitaciones para los trabajadores, que eran chinos; embarcaciones menores varadas; herramientas, maestranza, una bomba que se movia por la fuerza del viento para elevar las aguas; todo está demostrando, ya en estado de la mayor ruina y destruccion, que allí hubo trabajo; que se invirtió un capital de consideracion, y que cuando eso tuvo lugar, fué para la explotacion de un renglon, de cuya bondad y cálculo de produccion se tiene la certeza ántes de comenzarlo. De todas esas ruinas en aquel lugar deshabitado, sólo queda aprovechada una poca de madera y alguna cantidad de fierro. No habiéndose podido saber con oportunidad, quizá por el aislamiento en que habia permanecido aquella parte de la Península y por la época en que fué invadido aquel litoral, la accion del Gobierno tuvo que hacerse sentir demasiado tarde: mas fueron con acierto y con prudencia tomadas las medidas que el caso requeria, y se desalojó al ocupante de la propiedad

nacional en Junio de 1873; mas por las circunstancias políticas de la época en que aquello pasó y por el tiempo trascurrido, se ve que no llegó á conocimiento del Gobierno la marcha que siguió aquel negocio, desde el momento que se desalojó de él á sus indebidos poseedores.

Inventariadas y valorizadas todas las existencias, las provisiones y los utensilios del servicio doméstico, quedaron primero al cuidado de un administrador, que se separó del lugar por alguna circunstancia, y abandonado en seguida, quedó á merced de los pescadores de la costa occidental de la península, que se han provisto de lo que necesitaban y habia, y por otra parte, de los habitantes de puntos más ó ménos lejanos de estas salinas, que cuando les hacia falta un palo, un barril, madera, fierro ó algun otro útil que sabian que allí podian encontrar, como sucede hoy, emprendian viaje por mar ó tierra para tomarlo de aquel depósito al cuidado del cielo abierto.

Las corrientes marinas subterráneas extendidas en un gran espacio de aquel terreno, pronto dejaban á nivel los pozos cavados: reproduciendo la violenta evaporacion de sus aguas, nuevos y abundantes depósitos de mineral. A juzgar por lo que se ve, la exportacion era abundantísima, y para aumentar la produccion montaron á la orilla de la laguna un molino movido por la fuerza del viento, para alimentar pilas de madera que hicieron para la cosecha, las que existen en número de 28; de 20 piés ingleses de largo, 8 de ancho y 8 pulgadas de alto. Desde el molino, con 45° S. O., hay sobre la laguna, en direccion al embarcadero, un puente de madera sobre el que está construido el ferrocarril de via ancha, en una longitud de 1,500 metros. El puente tiene un ancho de 3 metros, el muelle tiene 111 metros de largo, con espacio para el tránsito de los carros en dos vias. Partiendo del molino en seguimiento de la via con rumbo de 30° N. E., y á distancia de 200 metros, quedaba el entroncamiento de los tres ramales que iban al centro y costado del vaso de cosecha que tiene 2,100 metros de largo por 2,000 metros de ancho en la parte trabajada. Quedaron de existencia reconocida en los depósitos al tiempo del embargo, mil cargas de sal, y la cosechada en el vaso de la laguna se apreció en 4,333 cargas.

Las embarcaciones que pasaban del canal para ir á cargar sal,

tenian capacidad para 400 ó 500 toneladas, y la carga se trasbordaba desde el muelle en las embarcaciones menores de la Empresa, que consistian en una lancha plana de 80 toneladas, con aparejo de pailebot; otra idem de 50 toneladas, con aparejo de balandra; una lancha plana chica, otra idem más pequeña, un bote pequeño y un chinchorro.

Los wagones tenian un mecanismo de madera que al llegar á la orilla del muelle giraba sobre un eje para vaciar la carga á las embarcaciones menores mencionadas que la conducian á los buques de alto porte. Parte del camino estuvo arreglado para la conduccion de los wagones cargados sin traccion de bestias, sino por el simple esfuerzo de un hombre y la pendiente necesaria.

Caminando del aguaje de "Ojo de Liebre" para las "Salinas," en toda aquella extension arenosa y desierta, con un sol abrasador y reverberante sobre la vasta superficie salina se produce el fenómeno del espejismo. Aquella region se halla sedienta, casi en estado de desesperacion, y para el viajero que no está en antecedentes de los sucesos que han tenido lugar en aquella costa, otra ilusion alimenta por un momento sus esperanzas, que con tristeza, á la vez que con curiosidad, ve desvanecidas. Una de las lanchas planas que con aparejo de pailebot quedó varada á la orilla de la laguna, donde permanece hasta la fecha, como los otros que se recogieron á la Empresa que allí existió, está en su mayor parte desmantelada, conservando sólo los palos trinquete y mayor y el cabo grueso (ó estay), de alambre que iba de la gavia mayor al trinquete. A distancia de 3 kilómetros comienza á distinguirse una embarcacion que parece estar anclada y con una bandera en uno de sus masteleros: á medida que la distancia se va acortando parece por un momento la certidumbre de aquella vision, y se espera con ansia acercarse á la playa venciendo la distancia de 3 kilómetros, para encontrarse con una embarcacion tripulada, donde podrá haber municiones de boca y agua potable; pero llama la atencion que la bandera no flamea á pesar de la fuerte brisa que sopla, sino que parece estacionada, fija, sin movimiento, en una direccion constante.....

La embarcacion está sóla, está varada, pertenecio á la Empresa clandestina; y un gran nido de gaviotas en su palo mayor produce el curioso fenómeno de la aparente bandera.

La cantidad de sal que se puede extraer de aquellas salinas es incalculable, y en cuanto á su calidad dió los resultados siguientes: primeramente el agua por la evaporacion, dió 37½ por ciento de sales, saliendo en éstas 92 por ciento de sal pura (cloruro de sodio). La sal de la Isla del Cármen en la costa occidental del Golfo da 96 por ciento de sal pura.

Si se tiene en cuenta que estas salinas están cerca de un centro minero cuyo desarrollo tiene que venir más ó ménos tarde, se apreciará mejor su importancia.

La Comision se fijó en ir á hacer el reconocimiento de este punto, así como el de otro llamado "Santo Domingo," situado más al N., por donde llamó su atencion que se hacia la entrada y salida de esta costa, y estando cerca de los Placeres convenia estudiar su posicion, por si el Gobierno hubiere creido conveniente establecer en alguno de ellos una seccion aduanal, por donde pudiera hacerse del lado del Pacífico, en aquella parte central, el fácil tráfico y entrada de municiones de boca y demas útiles á que me referí en los "Medios de mejoramiento," en el capítulo IV.

En aquel litoral recogí unas conchas que están en estado aparente de conglomerado y que lo representa el ejemplar núm. IV. El cimento se está formando por la roca del ejemplar núm. V; en el punto en que los arranqué se habia hecho lumbre, y se ven en la masa ya incrustados los pedacitos de carbon vegetal (cisco) y una astilla de palo, huesos etc. La arena dió por el reconocimiento el resultado siguiente: Sulfato de cal, siliza, trazas de carbonato de cal y cloruro de sodio. Poco más al N. de la laguna de "Ojo de Liebre" hay otra á la que el "Narragansset" dió el nombre de "Laguna del Guerrero Negro," por haberse perdido en la barra el año de 1859 un barco de aquel nombre: le da 10 millas de largo de N. á S., con un ancho de 3 á 3½, con un canal de 13 piés de profundidad. En este punto de "Laguna del Guerrero Negro," se ordenó por el Gobierno que se estableciera el año pasado de 1884 una seccion aduanal, cuyos empleados, en camino, no pudieron llegar al mencionado punto á causa de la epidemia que los

atacó. En los terrenos de "Ojo de Liebre" hay tambien excelentes campos de orchilla.

Siguiendo desde "Ojo de Liebre" el camino por la costa y atravesando una llanura arenosa y llena de matorrales, se llega, á una distancia de 20 leguas, al punto á que se ha dado hoy el nombre de "Puerto de Santo Domingo," que ha sido residencia de trabajadores de campos de orchilla contiguos á aquella costa.

En la travesía de "Ojo de Liebre" á "Santo Domingo" se encuentran dos montecillos, uno de mezquite y otro de dátil cimarron: son poco extensos, pero notables por la novedad de esa vegetacion en aquel desierto. Al primero se le da el nombre de "Monte del Pasto," y al segundo el de "El Datilar." A la mitad de la distancia entre "Ojo de Liebre" y "Santo Domingo" se encuentran 20 médanos de arena finísima, distantes entre sí unos de otros con mucha regularidad, unos 100 metros; su altura es de 20 á 25 metros, afectando la forma de un cono, y la parte de superficie cónica que queda hácia el S. cóncava, forma que les dan probablemente la direccion de las corrientes de los vientos que soplan del N. O.

Hago mencion del modo con que están formados estos médanos, porque es ciertamente curiosa la disposicion simétrica y uniforme que guardan.

El antiguo campamento de campos de orchilla en Santo Domingo, dista de la mar 5,500 varas. Tiene un pozo de 10 metros de profundidad, y el agua es demasiado salada, que sólo la extrema necesidad puede hacer que se den unos tragos de ella.

Unas cinco barracas mal paradas en la ribera del estero de Santo Domingo y sobre el médano, constituyen las habitaciones. El canal es angosto y peligroso. A 4½ kilómetros al E. de estas barracas hay otro sitio de campamento entre los médanos, donde existen casuchas destruidas; allí se reunen los caminos que van para los Placeres y para "Ojo de Liebre," y se encuentra el pozo que ántes mencioné, cuya agua tiene 20 por ciento de sal. Sobre la fácil comunicacion entre este punto de Santo Domingo y los Placeres, ya se dieron pormenores con la insercion, en el capítulo V, del Informe del Sr. Ingeniero Matute.

INVENTARIO de los enseres y demas útiles existentes en la negociacion clandestina de las salinas nacionales de "Ojo de Liebre."

1 Una lancha plana de ochenta toneladas: su aparejo pailebot, con su correspondiente velámen de lona, de algodon, de media vida, y su ancla y cadena en buen estado.
1 Una lancha plana de cincuenta toneladas, aparejo de balandra, con su mayor y foque de más de media vida, con una ancla grande y otra pequeña, amarres de cabo manila, y con 25 toneladas de sal.
1 Un bote pequeño de quilla, con su mayor y aparejo.
1 Una lancha plana, chica y nueva.
4 Una idem más pequeña.
1 Un chinchorro de cuarenta y dos varas de largo y cuarenta de ancho.
1 Una casa habitacion, de madera, con 20 piés de largo, 12 de ancho y 7 de alto, hasta el primer piso, y en seguida su tapanco; concluyendo la parte superior en tejado ó jacal, y en el interior dos camarotes.
2 Dos sillas.
1 Un Reloj.
4 Cuatro fusiles.
1 Una casa de rama ó zacate con 24 piés de ancho y 31 de largo, con un corral de madera de 42 piés de ancho y 48 de largo.
1 Una casita destinada para cocina, con 14 piés de largo y 10 de ancho.
1 Una casa habitacion, de madera, destinada para carpintería, teniendo un comedor, una cocina y las piezas principales destinadas al taller. Su extension es de 28 piés de largo y 28 de ancho.
1 Una fragua, un yunque y varios fierros de carpintería.
2 Dos caballos.
1 Un macho.

5 Cinco collares de tiro para mulas.
63 Sesenta y tres pipas de 60 galones, con cerveza.
1 Un mollejon pequeño.
3 Tres barrilitos de clavos.
1 Una sierra.
3 Tres quintales fierro con pedazos.
2 Dos cocinas de fierro.
1 Una estufa.
2 Dos bancos de carpintería.
13 Trece carretillas de mano.
6 Seis wagones destinados al acarreo de sal.
10 Diez pipas vacías de 200 galones.
1 Una tina, buen estado, y que mide 200 galones.
2 Dos pipas rodadoras para el acarreo de agua, de 80 galones cada una.
1 Un camino carretero de milla y media de largo y 4 piés de ancho.
200 Doscientos piés de madera en tabla, en cuarenta piezas, inclusos seis barrotes.
125 Ciento veinticinco barrotes con 600 piés.
9 Nueve palas.
4 Cuatro azadones.
28 Veintiocho cajones de madera para cuajar sal, con 8 piés de ancho y 20 de largo.
1 Un depósito de agua formado de madera para llenar los cajones de cuajar sal.
1 Otro depósito de sal construido de madera; mide 21 piés de largo, 15 de ancho, con su piso de 3 varas de alto; tres lados medio entablonados.
1 Un volantin con su pipa correspondiente que tiene comunicacion con el depósito y cajones, con dos tripas de hule maltratadas.
3 Tres carretas de dos ruedas.
1 Una casa de madera que existe al E. de la casa principal, que se halla á distancia de dos millas de aquella. Tiene 30 piés de largo, 25 de ancho, 12 de altura, y consta de 3 piezas.
2 Dos toneladas de fierro de los restos de un camino, y un fierro llamado "Gato."

1 Un banco de carpintería.
1 Un fondo de fierro de 90 galones.
2 Dos estanques de fierro inútiles.
2 Dos docenas de montones y cuadernales.
20 Veinte barriles.
2 Dos pipas.
3 Tres carros.
1 Un cernidor de alambre.
1 Una bota con 50 piés de largo.
2 Dos piezas palo, que son picos para velas de cuchilla de un buque, con 24 piés cada una.
2 Dos palos de buque, con 60 piés cada uno.
4 Cuatro pedazos cadena, con peso de 10 quintales.
1 Una casita de madera que queda al N. de la que se halla al E. de la casa principal. El muelle que da paso al tránsito de dos carros á la vez y cuya longitud es de 370 piés, con una latitud de 10 piés.
1 Una casa comenzada y que se halla en estado de enjaule, la cual está situada al frente de la casa principal, y que parece haber sido construida para depósito de sal; mide 40 piés de largo, 25 de ancho, y á su inmediacion se encuentran 150 toneladas de sal.
24 Veinticuatro montones de sal que se hallan dentro de la extension del criadero explotado y que se calculan en 650 toneladas.

Mulegé, Junio 28 de 1873.

MINERAL DE SANTA ÁGUEDA.

Siguiendo el camino desde el volcan de las Vírgenes, hácia el S. en direccion del Mineral de Santa Águeda, y continuando desde el arroyo de Santa María, por el terreno de la formacion traquítica, ya accidentado ó ya sobre mesas, despues de andar algo más de 4 kilómetros, se llega á la orilla de una gran barranca cuyo fondo está á una profundidad estimada en 200 metros, y este fondo tiene puntos en que su mayor anchura llega á 1 kilómetro. El descenso al plan de la barranca por sus flancos ó cortinas, es de fuerte pendiente y muy peligroso. Desde su orígen hasta la playa, corriendo en direccion del N.O. al S.E., tiene el arroyo una extension próxima de 8 kilómetros. Se salva la pendiente opuesta haciendo el ascenso con no ménos dificultades que para la bajada. Esta gran barranca, en la que se encuentra agua potable, es conocida por "El Infierno," nombre con que se indica las dificultades y peligros del terreno. Al ascender se llega á una mesa, y atravesando barrancas de ménos importancia, se caminan 4 kilómetros para llegar al arroyo de Santa Rosalía, que en su desembocadura al mar, se une con el arroyo de la Soledad, corriendo juntos unos 1,300 metros, con 800 de ancho. La anchura média de cada uno es de medio kilómetro. La longitud de ambos hasta su orígen, es de 6½ kilómetros. Estos arroyos y los siguientes, son ménos profundos que el de "El Infierno," variando la profundidad entre 150 y 180 metros por los puntos accesibles al descenso. En la parte más abierta se separa el arroyo de la Soledad del de Santa Rosalía 1½ kilómetros. Se continúa la travesía por camino semejante al anterior, y se llega al arroyo del Purgatorio, con 4 kilómetros más ó ménos. Del Purgatorio al arroyo de Providencia hay 1½ kilómetros, y de aquí al de Santa Águeda, 3½ kilómetros.

Desde el arroyo del Infierno puede estudiarse en aquellos cortes naturales la formacion: no hay mucho que hacer para conocer un criadero mineral en mantos de cobre. Por el lado de la costa

fácilmente se comprende, por lo que se ve en la desembocadura de cada uno de estos arroyos adonde llega el acarreo del mineral cuprífero, cuál es la formacion mineral del terreno. Diversas negociaciones mineras de más ó ménos extension explotan estos mantos, posesionadas en forma con sus respectivas pertenencias, y las cuales están fundadas desde el arroyo del Infierno hasta el de Providencia, en una extension de 12 kilómetros en que está reconocido el criadero. Las negociaciones de más cuantía, las de mayor importancia y regularidad en sus trabajos son los del Boleo, en el arroyo de Santa Rosalía, y la de Providencia en el arroyo del mismo nombre.

El Sr. Ingeniero D. Manuel Tinoco, de quien no es la primera vez que tengo que ocuparme favorablemente en este trabajo, ha hecho un estudio de aquel distrito mineral de Santa Águeda, y siento no poderlo incluir aquí por no haber llegado á mis manos; mas sí tengo un croquis de los estudios que consignó en un plano, y lo incluyo por considerarlos una preciosa adquisicion que debe relacionarse con los estudios de la formacion geológica y mineralógica de la Baja California.

El plano original es propiedad hoy de la negociacion minera del Boleo, y su inteligente Director, el Sr. D. Eustaquio Valle, tuvo la amabilidad de facilitarlo para su estudio y copia, sacándose una calca por el Sr. Ingeniero Martínez Baca. El Sr. Valle no sólo prestó ese servicio, sino que dejó arreglado que á mi visita á aquel Mineral se me atendiera en la negociacion de que es Superintendente, dándome cuantos datos deseara adquirir y poniendo á mi disposicion las minas para que las examinara. Fuí bondadosamente atendido por los empleados de la Empresa del Boleo, y debo tambien á la bondad del Sr. Director D. Eustaquio Valle, los datos que con su autorizacion doy á conocer en su lugar, y que contestados como los pedia, dan una idea del buen órden con que marcha la negociacion del Boleo. No pude obtener datos de la negociacion de Providencia, de que está encargado el Sr. D. Pablo Dato.

El corte geológico del Sr. Tinoco demuestra un levantamiento violento, el que ocasionó una gran falla que corre de N.O. á S.E. determinando la dislocacion de las capas de la formacion. El basalto es la roca que figura haber determinado el movimiento, y

allí se verá el órden que marca de superposicion de las capas del terreno y la época de formacion que le atribuye, siguiendo la teoría de Lyell. Fácilmente se busca la concordancia de las capas dislocadas para continuar la explotacion de los mantos de cobre.

Visita á las minas de la Negociacion del Boleo.—Las minas del Boleo están situadas en la costa O. de la Baja California, á los 27° 12′ de latitud N., entre los 112° y 113° longitud O. de G.: altura média sobre el nivel del mar, 80 metros: queda entre la punta de Santa Águeda y la ensenada de Santa María, en el Distrito Mineral de Santa Águeda, perteneciente á la Municipalidad de Mulegé y á 92 kilómetros próximamente al N.O. de Mulegé. La autoridad local del Mineral se compone de un Juez de paz, propietario, y dos suplentes, y además un policía en la Negociacion del Boleo nombrado por el Ayuntamiento de Mulegé. Los medios de comunicacion son por tierra. De esta via de tierra se hace uso solamente para mandar la correspondencia á Mulegé, con cuyo punto están unidas las minas por un tolerable camino de herradura. Para la comunicacion por mar á Mulegé, hay 5 pailebots, 3 balandras y varias embarcaciones más pequeñas. Se prefiere la via de mar por ser más barata.

Por la via de tierra se toca un puerto llamado "La Magdalena," donde hay una mala casa y 10 habitantes; una huerta, un ojo de agua abundante y buena vegetacion. Por mar se pasa frente á la isla "San Márcos," donde hay una pequeña negociacion que exporta yeso á San Francisco California, en cuyo punto reside la Compañía explotadora.

En todo el Mineral de Santa Águeda hay 250 habitantes, siendo 80 de la Negociacion del Boleo. El clima es sano y no se conocen enfermedades dominantes. El año de 1883 solamente desaparecieron dos operarios, de la fiebre amarilla, aunque en la totalidad fueron atacados de ella.

La temperatura de los meses de Mayo á Setiembre, se cuenta entre los límites del 90° y 96° Fahrenheit, que corresponden á 32°20 y 35°50 centígrados; y de Octubre á Abril, entre 56° y 60° Fahrenheit, ó 13°33 y 15°50 centígrados; en esta época se quejan los habitantes de frio. Las lluvias, en lo general, son lloviznas en Enero y Febrero, y tambien en Agosto y Setiembre. Se han pasado años sin un solo aguacero. Hay unos cuantos pedazos de

tierra vegetal de buena calidad, que no se pueden aprovechar ventajosamente por ser muy costoso obtener el agua dulce para la irrigacion. El agua potable se obtiene por medio de pozos, cuya profundidad varía á diversas alturas desde 30 hasta 80 metros. Los víveres como harina, café y artículos extranjeros, se importan de Guaymas. Las semillas, como maíz, frijol, etc., de la costa de Sinaloa, y solamente la panocha se consume de La Paz ó San José del Cabo. No hay animales de caza; en cambio la pesca es abundante de toda clase de peces del Golfo: hay concha nácar, tortuga de carey y tortuga verde (kaguama).

La Negociacion del Boleo se compone de las siguientes minas:

Mina Emma, con.....	7	pertenencias.
Id. Carlota, con.....	7	,,
Id. California, con.....	7	,,
Id. El Centro, con.....	21	,,
Id. Amelia, con.....	4	,,
Id. Olvido, con.....	4	,,
Id. Curruglú, con.....	7	,,
Id. Boleo, con.....	18	,,
Id. San Juan, con.....	7	,,
Id. Vénus, con.....	7	,,
Id. La Gloria, con.....	21	,,

todas las que pertenecen á una sola compañía: están abiertas sobre los mantos de cobre y corren del N. E. al S. O. 45° casi horizontales; su inclinacion máxima es de 8° S., espesor ó potencia variable desde 0m60 hasta 2m50, potencia média 1m55. No siéndome posible ver todas las minas, dediqué un dia para examinar las de "El Olvido" y "La Amelia," entre las que se llevaba una obra de comunicacion bien proyectada y bien dirigida. Los labrados entre ambas minas pasan de 1,000 metros.

Los mantos están por lo general entre dos capas de marga arcillosa. Su composicion mineral dominante la constituyen óxidos, silicatos y carbonatos de cobre en matriz de espato calizo, en masas compactas y terroso; tiene por acompañantes Wad. y plomo blanco. En la mina Carlota se encuentra el cobre nativo en chapas. Las leyes de los minerales varian desde 1 hasta 60 por ciento de cobre. El óxido rojo pasando á oscuro tiene de 20 á 23 pesos

de plata por tonelada inglesa, y además una insignificante ley de oro. Los metales de ley de 15 por ciento de cobre, no se consideran por ahora de buena clase, por incosteables; y hay regulares existencias de esa ley. La ley média es de 22 por ciento. Los carbonatos y los óxidos son los que dan mejor ley.

El sistema general de explotacion es por medio de túneles y galerías; solamente los mantos que están bajo la superficie de las cañadas se trabajan al principio por medio de pozos, miéntras se hace el túnel que permita la extraccion del mineral, por medio de carretillas.

El sistema de trabajo es á jornal y por contrata.

Se paga desde 5 hasta 12 pesos por tonelada de mineral, ya limpio y empacado; y sirve de base la abundancia del mineral, dureza del terreno y la mayor ó menor profundidad de la labor de donde se arranca.

Los materiales usados en el tumbe son: pólvora negra, pólvora gigante, cañuela, aceite de lobo para el alumbrado, y rara vez velas (de estearina).

Una parada de barreteros consume por semana:

6 libras pólvora, valor	$	1 20
3 ,, de aceite, idem		0 50
6 onzas pábilo, idem		0 31
20 piés cañuela, idem		0 25

La cantidad de mineral que tumba una parada por semana, suponiendo el manto con un metro de mineral, produce en una semana 5 toneladas.

Las herramientas usadas son: barras, picos, palas, marros, cuñas y carretillas; todos, con excepcion de las carretillas, son de acero, siendo éstas de fierro.

Las barras son del peso de 20 libras cada una, por término medio, los marros desde 4 hasta 10 libras cada uno.

Desde que se han explotado estas minas se calcula que el tepetate ó materia improductiva del manto está en relacion con el mineral, como 1½ á 1.

Los mismos barreteros aguzan sus herramientas, y puede decirse que la pérdida semanaria por el trabajo de una parada de barreteros es de 1½ libras de acero.

La herramienta pierde al mes el 1½ por ciento de su peso.

El trasporte interior de las minas se hace con carretillas, y solamente en los pocos lugares donde la inclinacion de la galería ó de un crucero es considerable, se hace uso de los tenates de cuero.

Las carretillas valen $ 16 cada una y los tenates 75 cs.

Los peones que hacen el acarreo reciben de 75 á 100 centavos al dia.

Trabajan 10 horas diarias y acarrean 2 toneladas en carretilla, y una tonelada en tenates, ya sea mineral ó tepetate.

No hay ninguna clase de maquinaria para la extraccion.

No necesitan de desagüe las minas, porque hasta la fecha son tres los mantos que se explotan, y todos ellos están sobre el nivel del mar, que es la única agua que se encontrará probablemente, cuando se trabaje un cuarto manto.

Casi todas las minas necesitan fortificarse, y el ademe se hace con madera llamada "Palo blanco," cortado para piés derechos y cabezales, y cuesta cada uno 90 centavos.

Todas las minas están ventiladas naturalmente.

La negociacion tiene una recua de mulas y burros: las mulas se ocupan acarreando á la playa, en sacas, los minerales que se exportan, y los burros acarreando agua potable para los operarios á las diferentes minas.

Se alimentan de maíz importado, avena y *dipúa*, que es el único pasto que produce el terreno. Una mula gasta 25 centavos diarios en su manutencion, y un burro 15 centavos.

Se separan los minerales cuya ley pasa de 20 por ciento para ser exportados á Swansea, en Inglaterra, donde se venden.

Se embarcan á granel, y el costo de exportacion es como $ 25 por tonelada de 2,352 libras. En Swansea se funden y allá producen de utilidad $ 35 la tonelada, siendo la ley de 24 por ciento, variando la utilidad, segun sea más ó ménos rico el mineral.

Este se exporta porque no se cree costeable establecer un horno de fundicion, siendo allí tan escaso y raro el combustible; pero actualmente se ha decidido ya establecer dos hornos de fundicion, (*Water-Jacket furnaces*), que se calcula producirán diariamente 20 toneladas de planchas al dia. Esta empresa la planteará una Compañía cuyo sindicato está en tratos con el propietario D. Cárlos Eisemmann.

Cárlos Gotha, dib.

Vista del Pueblo de Sn. IGNACIO, Baja California.

Dedicada á los trabajos de exploracion en el año de 1884 por

JUAN JOSÉ ROUSSEAU.

SAN IGNACIO.

Debo dedicar unas líneas al pintoresco pueblecito de San Ignacio. Ya en otro lugar dí razon de las condiciones del clima, al hablar en general del Partido del Centro.

Se encuentra situado á los 27° 30′ de Lat. N. y entre los 113° y 114° Long. O. de G., casi al Sur del Valle á que da su nombre, á una altura de 125^{m} S. N. M. 4 kilómetros al N. E. de la poblacion, tienen nacimiento dos abundantes ojos de agua, los que corren del N. E. al S. O. y se represan en pozas con sus diques correspondientes, de donde se distribuye el agua para los riegos. San Ignacio es una ex-mision que en su tiempo fué la más importante de la Península. El material de que está construido el templo, pertenece á las rocas de la formacion de que dí cuenta al hablar del estudio transversal, en direccion del volcan; el basalto y el pórfido traquítico. San Ignacio es la poblacion más inmediata á los Placeres, de los que dista 40 leguas.

Los terrenos son bien cultivados y sus habitantes sacan de ellos buen partido. Podrian obtenerlo mejor, y es un buen centro para el desarrollo de una magnífica poblacion.

El edificio de la ex-mision está construido sobre el terreno arcilloso; y en una de sus esquinas saqué uno de los ejemplares de la familia ostráceas, de que dí noticia en su lugar. La plaza del pueblo está formada por veintiuna casitas, cada uno de cuyos propietarios tiene su pedazo de terreno que cultiva, y con lo que atiende sus necesidades. Fuera del centro se va extendiendo el pueblito por grupos de casitas con sus correspondientes hortalizas. Estos grupos tienen el nombre de *barrios*, y son los siguientes: 1º La Concepcion: aquí queda el principal ojo de agua. 2º El Agua-caliente; donde hay agua termal de 22°. 3º San Lino. 4º San Fabian. En estos cuatro barrios están las casitas con las huertas que los forman y que se distinguen con los nombres de "Santos Lugares," "San Isidro," "El barro," "El paredon;" así llamado, por estar inmediato á una de las lomas donde está como

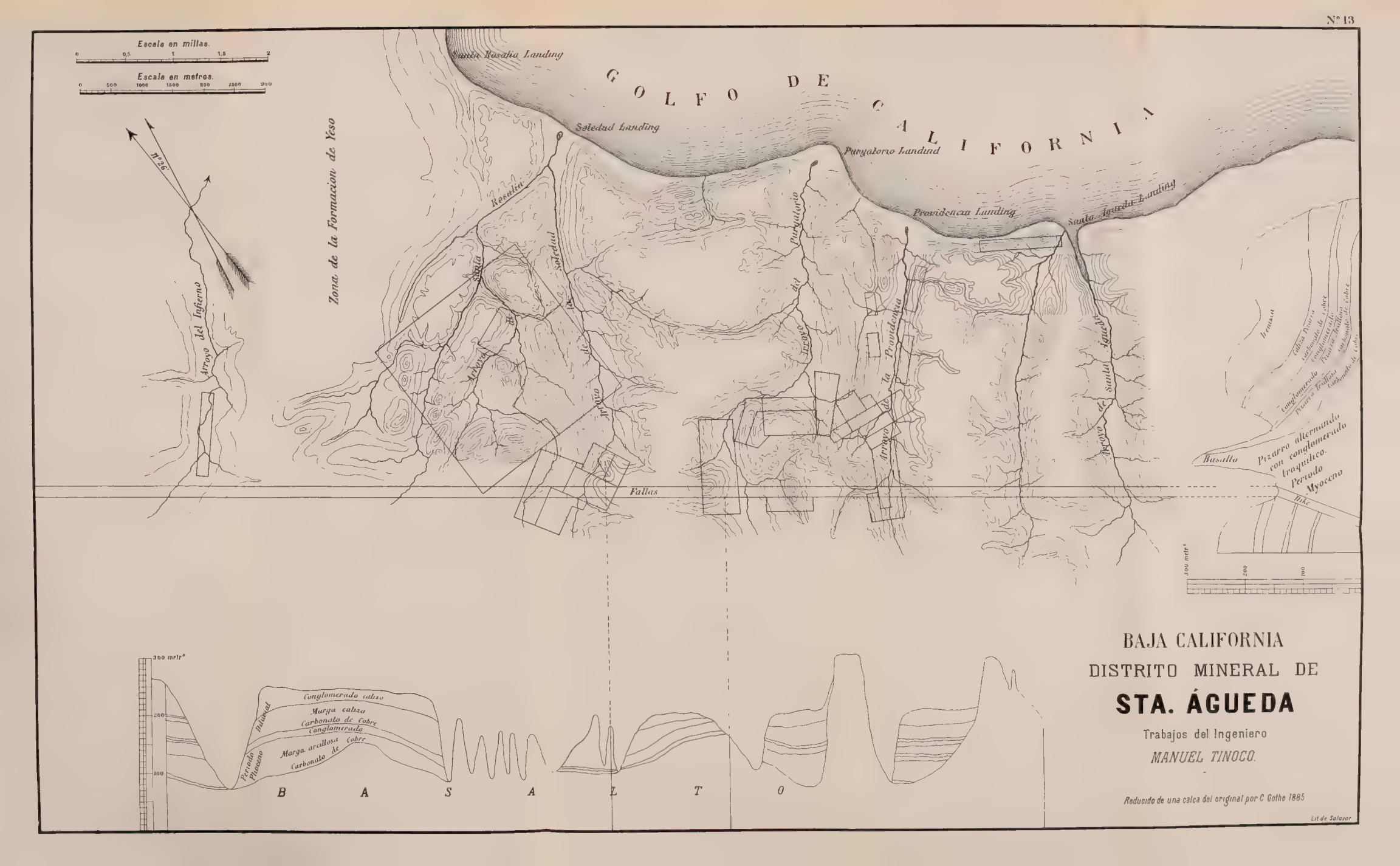
cortada á pico la formacion arcillosa, y por su disposicion y color se compara á una gran pared. "El Hatajo," "San Juan," "San Vicente," "Santa Rosa," "San Borja," "El Potrero," "Los Dolores," "La Baña;" así llamado, por existir unas pilas ó tanques donde, segun la tradicion, se bañaban los misioneros. Este punto de "La Baña;" es el mejor cultivado: se produce la caña y hay una fábrica de panocha. Inmediatos al canal del arroyo, se encuentran "La Merced," "San José," "Santa María," y "Esperanza."

Hay terrenos magníficos, susceptibles de desarrollo para su cultivo y produccion, como son: "El palmar" y "Los Dolores." En el invierno las corrientes de agua muy inmediatas á la superficie, no pudiendo estar contenidas en los límites de su curso ordinario, inundan una parte del terreno. Abunda el agua en el arroyo y se aprovecha la cosecha del *trigo* y legumbres, como *chicharo* y *haba*.

El *higo* y la *uva* de superior calidad, se cosechan en abundancia en los meses de Julio y Agosto; otro tanto sucede con el *dátil* el mes de Diciembre. Los productos de la antigua Mision eran abundantes; se llevaban á depositar á las cuevas de las montañas del pórfido traquítico, que forman la ensenada de Santa María, para exportarlos. Se da el *maguey* de clase mediana, que produce regular *mezcal*; pero no tiene comparacion con el *licor del dátil* que se fabrica y que es de superior calidad.

Todas las producciones de una buena hortaliza se tienen en aquellas huertas. De la *higuerilla* se saca jabon, y de las matas de algas silvestres, hilo para coser. Hay molinos de la antigua Mision donde se muele el trigo necesario para el consumo diario de la harina. Los habitantes de San Ignacio son hospitalarios. Comprende el pueblo en su jurisdiccion los ranchos de San Joaquin, San Zacarías y San Pablo. El padron hecho en Agosto de 1884, daba por censo de la poblacion 608 habitantes, siendo:

Hombres	153
Mujeres	166
Niños	142
Niñas	147
Total	608


Escala en millas.
0 0,5 1 1,5 2
Escala en metros.
0 500 1000 1500 2000 2500 3000
Nº 26
Zona de la Formacion de Yeso
Arroyo del Infierno
Santa Rosalia Landing
GOLFO DE CALIFORNIA
Soledad Landing
Purgatorio Landing
Providencia Landing
Santa Agueda Landing
Resulta
Arroyo de Santa Rosalia
Arroyo de la Soledad
Arroyo del Purgatorio
Arroyo de la Providencia
Arroyo de Santa Agueda
Fallas
Basalto
Pizarro alternando con conglomerado traquítico.
Periodo Myoceno
Dike
300 metr.
200
100
Conglomerado calizo
Marga caliza
Carbonato de Cobre
Conglomerado
Marga arcillosa
Carbonato de Cobre
Periodo Pliocano
Aluvial
B A S A L T O
BAJA CALIFORNIA
DISTRITO MINERAL DE
STA. ÁGUEDA
Trabajos del Ingeniero
MANUEL TINOCO.
Reducido de una calca del original por C. Gothe 1885
Lit de Salazar

2

ec
lo
V
re
dc
de
ur
cu
ra

tiv
in
no
ric
y s
ro

en
mc
da
pó
exp
lar
fal

aq
alg
sio
la
pr
Sa
dal

De ambos sexos sabian escribir 76.

La tarde del Domingo 17 de Agosto cayó un *aguacero* que fué motivo de gusto y regocijo entre aquellos habitantes; pues haciendo años que no llovia, salian á los cerros á recibir con el mayor agrado la lluvia; y los chicuelos manifestaban el mayor contento con sus juegos en la plaza, en medio del agua. Era una novedad ver correr el agua y recibirla. El dia 26 del mismo mes se repitieron las aguas con mayor abundancia: fué grande la creciente del arroyo de San Ignacio, que arrasó algunas hortalizas y se perdieron los sembrados. Entónces el agua fué motivo de tristezas y quebrantos.

Entre los habitantes hay personas ilustradas, que aunque léjos de los centros de civilizacion, procuran intruirse haciendo llegar á sus manos, aunque de una manera lenta y tardía, los medios de conseguirlo. El decano del pueblo D. Loreto Espinosa, es el agente federal, encargado de las oficinas de correspondencia y del timbre.

Su experiencia y su buena intencion mantienen la armonía entre aquel grupo de californios. Hay correo para La Paz dos veces por mes, y tarda quince dias en el viaje. Entre las personas ilustradas de aquel pueblito está el jóven Juan José Rousseau, quien propaga sus conocimientos de instruccion y buena moral entre sus conciudadanos. A él debo la visita del pueblito é iglesia de San Ignacio, cuyo dibujo ejecutó, como un obsequio, para los trabajos de la exploracion de aquel lugar, y que siendo dignos de figurar, los darémos á conocer adjuntándolos á estas noticias; dependiendo su principal mérito de estar ejecutados por un californio, que sin reglas del arte, ni conocimientos de una escuela de dibujo, ni maestro, sino solamente la aplicacion de su disposicion natural, ejecuta lo que en otras circunstancias y condiciones revelaria la mano del artista.....

Desde San Ignacio tiene una bella vista el grupo de los tres cerros, entre los que figura el volcan de "Las Vírgenes."

El gran Valle de San Ignacio se encuentra poblado de *dátil cimarron*, *pitahaya* y *garambullo*, cuyo producto silvestre constituia en la antigüedad la alimentacion de los habitantes.

El padre misionero, Sr. José Santolaria, decia en un manuscrito el año de 1778, que era necesario despachar la mitad de la gen-

te á buscar la vida al monte y á la playa, porque se perdian las cosechas. Con las producciones silvestres y con los abundantes mariscos de la costa inmediata del Pacífico, hacian su alimentacion los indios, sin necesidad de otra ocupacion más que recoger aquellos frutos y fabricar mezcal. La vida dedicada al trabajo los agobiaba, y de ahí la melancolía y tristeza que contribuyó á su extincion.

Como la tierra produce lo bastante para las necesidades de aquel pueblo, poco se dedica la mayor parte de los hombres al trabajo; las faenas en general son desempeñadas por la mujer. El hombre fabrica el vino; y en el estado en que vive, aislado en aquella region encantada, ya se comprenderá cuáles son las consecuencias. San Ignacio se considera *el pueblo feliz* de la Baja California. El ganado en aquel punto, segun los datos de los archivos, tenia el año de 1778 más de 5,000 cabezas. Hoy está acabado. Una res vale $ 50, y por lo tanto no se considera alimentacion indispensable la de la carne. Se toma seca, cuando la llevan del Sur; pero á la hora que quieren tomar carne fresca, de berrendo, venado ó liebre, no salen inútilmente en su busca, porque en lo general son excelentes tiradores: los californios no pierden tiro.

La mision de San Ignacio fué el centro de otras misiones. Su edificio es el testimonio de su antigua grandeza; es espacioso, construido todo de basalto, con bóvedas; no era posible haberlo techado con madera, no obstante que llevaron la necesaria para puertas y ventanas. Tiene amplias bodegas, donde se guardaban las producciones de las cosechas. El *dátil cimarron* llamó la atencion de los misioneros, quienes introdujeron el cultivo del *dátil africano*, que en poco tiempo se reprodujo y sigue reproduciéndose, dando sus ópimos frutos. Se cultiva allí tambien la caña de azúcar, y se hace panocha; pero su calidad no es tan buena como la de San José del Cabo.

En el templo se conservan los archivos de aquella ex-mision. Este es de una nave. Tiene interiormente de largo 35 ms. 60 centímetros; de ancho 6 ms. 55 cents., y un crucero de 4 ms. 20 cts. más, de cada lado. Su altura, 12 ms. 75 cts. El espesor de sus muros, 1 m. 10 cs. La altura de la torre, 20 m. 75 cs. Ahí encontré un dato curioso que copio en seguida, del Libro de defunciones, Julio 79, partida núm. 1,274:

Cárlos Gothe dib

Iglesia de San Ignacio, Baja California.

Vista dedicada á los trabajos de exploracion del territorio, en el año de 1884 por

JUAN JOSÉ ROUSSEAU.

:
:
(
(
l
(
(
(
l

e
e
t
p
la
c
a
d.
a.
la

.E
tí
m
m
tr
n(

"En diez dias del mes de Mayo de mil setecientos setenta y seis (1776), se dió sepultura eclesiástica al cadáver de Andrés Sistiaga, esposo de Mariana Sistiaga, originales de Mulegé y avecindados en ésta por haber sido el Intérprete y Fundador de esta Mission, Mulegé y Santa Gertrudis; y trabajó con infatigable celo y constancia en la reduccion de infinita Gentilidad: dió ejemplo de virtud á los indios, señalándose en su buen modo de vida, y murió derrepente; por lo que no recibió los Santos Sacramentos: y lo firmé.—J. Juan Chrisóstomo Gómez."

Tambien hay una constancia que el Illmo. Sr. D. Lázaro de la Garza y Ballesteros, muy conocido en la Capital de México de la generacion que va pasando, siendo Obispo de Sonora y California, confirió en Sonora facultad para confirmar en las misiones el año de 1839, al P. Fr. Anastasio López.

El templo está en un estado de abandono tal, que es el alojamiento de los representantes principales del órden de los Cheirópteros, que á millares se encuentran en San Ignacio.

Una anciana, Dª Rosa Redona, constante en llamar á la devocion á los fieles, tiene á su cargo el cuidado del templo; mas sus fuerzas no le alcanzan para conservarlo siquiera aseado. Sólo el dia de San Ignacio hay gran alboroto para la fiesta. Ese dia sale la plata labrada que se conserva en guarda todo el año, y su valor es de $ 4,000.

De San Ignacio para Mulegé hay dos caminos: uno atravesando por la sierra, y el otro, más transitable, por los volcanes. El punto más inmediato de la costa del Pacífico, dista diez leguas. Las brisas llegan á refrescar muy bien la temperatura, que es soportable en aquel punto. San Ignacio está llamado á ser un agradable lugar de residencia para los colonos que pueblen aquellos lugares, donde no faltan terrenos baldíos que se pueden cultivar fructuosamente, aprovechando en unos casos las aguas conocidas en la superficie, y procurando obtenerlas por otros medios, lo cual es posible.

CAPITULO VIII.

Estudios sobre la perla.—Su descubrimiento en la Baja California.—Puntos del Golfo donde se produce.—Su explotacion primitiva.—Explotacion actual.—Idea del Escaphandro Denayrouze.—Epoca propia para el buceo.—Edad conveniente de la ostra para sacarla.—Terreno de los mares donde se encuentra.—Ejemplares notables sacados del Golfo.—Diversas calidades y tamaños de la perla.—Noticia tradicional sobre unas perlas, de D. Manuel de Ozio.—Manera de producirse la perla.—Valor de la perla y de la concha.—Principales centros de consumo.—Industria en nuestro país.—Medios de facilitar su desarrollo.—Noticia del número de embarcaciones destinadas al buceo en varios años.—Conchiliología por el Sr. Pujol.

Sobre la perla y su explotacion, que era otro de los ramos asignados al estudio de la Comision, no hubo mucho tiempo que dedicar, por haberse determinado la suspension de los trabajos; pero pudo la Comision adquirir pormenores de la manera con que se ejecutaba el buceo, y conocer los aparatos que con tal objeto se emplean actualmente, y demas circunstancias referentes para cuyo conocimiento le favorecieron los datos del distinguido caballero Don Félix Gibert, quien tuvo la bondad de satisfacer ampliamente el cuestionario que con tal motivo se le propuso, poniendo además á nuestras órdenes todos sus elementos de mar para aquel fin, é hizo que uno de sus buzos ejecutara la operacion, para poner á nuestra disposicion las muestras del resultado del buceo. Seis conchas con sus respectivos animales preparados para su conservacion, en un bote fueron remitidos á México y entregados á la Escuela de Ingenieros, donde podrán ser conocidas y estudiadas.

La madreperla fué conocida por los europeos desde el descubrimiento de la Península (1534), y los habitantes de Sonora y Sinaloa se ocuparon desde entónces ó poco despues, en hacer la

pesca en las islas, bahías y ensenadas del litoral del Golfo, desde el Cabo Pulmo hasta la isla de San Márcos. Se pescaba la concha que llaman *fina* [*Mytilus margaritiferus*], sin más objeto que el de recoger las perlas, que por la virginidad de los *placeres* eran muy abundantes.

Se produce desde el Cabo de San Lúcas hasta la isla de San Márcos por el lado del Golfo: y por la costa del Pacífico escasamente hasta la bahía de la Magdalena. Los principales bancos ó criaderos están en las islas de Cerralvo, Espíritu Santo, San José y el Cármen, y en la bahía de la Ventana, Canal de San Lorenzo y bahía de Mulegé. Los demas islotes y en general toda la parte del Golfo de San Lúcas á San Márcos, producen la concha perla, que se ha pescado sin interrupcion desde el descubrimiento de la Península por los europeos hasta la fecha actual, 1885 (351 años).

Los límites de su explotacion al principio eran en el litoral indicado del Golfo de Cortés y á profundidad que no excedia de 10 brazas, recogiéndose las ostras por muchos años, en las bajas mareas, á un metro y ménos, en la bahía de la Paz, y en la multitud de ensenadas de las islas y costa de la Península.

Su explotacion primitiva se hacia en pequeñas embarcaciones llamadas canoas; iban dos ó más hombres, y comenzaban el trabajo, poco tiempo despues de la salida del sol y concluian á las doce del dia. Los hombres se arrojaban al agua armados de una pequeña estaca, usada para ahuyentar pequeños animales que con sus espinas lastiman al buzo, y algunas veces para herir á los tiburones que suelen atacarlos. Se entiende que el buzo puede defenderse si el tiburon no es grande, pues cuando lo es, la lucha es imposible. El buzo comun de aquellos tiempos, como los que trabajan actualmente de la misma manera, va completamente desvestido, con una cuerda que le sirve para oprimir algo el vientre y sujetar una tira de lienzo oscuro, que llaman zapeta, con que se cubre los órganos genitales.

Se ha llamado siempre *armada de buzos* al conjunto de canoas y embarcaciones mayores utilizadas en la pesca; y *armador* al que dirige inmediatamente la pesca, y no al dueño de la empresa, como rectamente debia ser: á éste le llaman *dueño de la armada.* Desde que comenzaron los habitantes de Sonora y Sinaloa á pes-

car en estas costas, hasta el año de 1768, en que pudieron hacerlo los pobladores de California, y desde entónces hasta 1865, fueron víctimas de los especuladores *dueños de armadas*, los infelices indios y mestizos del Territorio y de Sonora. Se procedia al enganche dando á cada buzo un avío de 15 ó 20 pesos en efectos, al precio más alto posible; se les daba la comida, que consistia en una taza de atole y cuatro onzas de carne seca por la mañana, y carne seca y maíz cocido ó frijoles, todo junto, por la tarde. A ésto llaman *pozole*. Cuando al armador le tocaba sacar alguna buena perla, su generosidad se extendia á darles una sola vez el atole endulzado con panocha. El buzo quedaba obligado á pagar el enganche con las perlas que le pudieran tocar, como se dirá despues; pero por regla general se hacia de manera que el hombre quedara obligado á guisa de esclavo, á trabajar toda su vida con el amo que le tocaba. La pesca comenzaba el 15 de Mayo y concluia el último de Octubre. Los últimos dias de Mayo los empleaban los buzos en *remojarse*, es decir, en prepararse gradualmente para resistir la fuerza del sol, ejercitarse en la natacion y acostumbrarse á la presion que ejerce el agua sobre los tímpanos del oído. Dispuestos así, comenzaban la pesca diariamente ménos los domingos, ó los dias nublados, en que naturalmente temian más á los animales dañinos, como son el tiburon, la tintorera, la manta-raya y el mero. El armador construia su *barraca* en el lugar más adecuado, y al derredor de ella los buzos preparaban sus pobres aduares. Al lado de la barraca se formaba un pequeño patio y en este lugar venia cada buzo con su bote de conchas que dividia en dos partes iguales, teniendo el derecho el armador de escoger la que más le agradaba. El buzo separaba la suya, y sólo la perla le pertenecia: la concha en los primeros 290 años se dejaba abandonada, pero desde la Independencia á la fecha ha tenido un precio que desde un peso por quintal ha llegado á alcanzar el de doce y trece pesos. Cada mes el armador *llamaba á pagamento;* es decir, hacia que los buzos le presentaran la perla que hubiesen sacado, la que fijado el precio, se le abonaba en cuenta. Por regla general el buzo oculta á su patron las perlas que obtiene, temiendo, y algunas veces con mucha razon, por haberse dado lugar á ello, que lo que vale 500 pesos se le pague por 50.

La pesca duraba hasta fines de Octubre; pero en los meses de Noviembre, Diciembre y Enero, aprovechando las bajas mareas, en los novilunios y plenilunios, se dedicaban á lo que llamaban *conchada* con el agua á la cintura, pues el frio les impedia bajar á otras profundidades. Esta *conchada* no era obligatoria, y los buzos podian dedicarse á los trabajos del campo ó de las minas, mas á fines de Abril, si los buzos no se habian presentado, el armador sacaba del Alcalde de la Paz una especie de circular ó exhorto dirigido á las autoridades judiciales de todo el Territorio; en que se decia, que los hombres que iban listados le fueran entregados al portador de ese papel, *con toda seguridad*, pues sus amos los reclamaban para el buceo. Tales órdenes se cumplian al pié de la letra, á ciencia y paciencia de las autoridades superiores. Pero el Sr. Gibert el año de 1866, que estuvo encargado del gobierno político, testigo presencial de los abusos indicados, hizo saber á los alcaldes y armadores que no toleraria semejante escándalo. De entónces para acá ha cesado el abuso.

El descubrimiento de las perlas en la California fué el orígen de rápidas fortunas. "Las lograron los especuladores de Sonora y Sinaloa, que en los 160 años trascurridos entre el descubrimiento de la Península y la expedicion del Padre Salvatierra, explotaron las islas, las ensenadas, las bahías y los puertos de la banda oriental, forzando al trabajo á los naturales y sirviéndose igualmente de los indios de los rios Yaqui y Mayo. Los misioneros prohibieron severamente la pesca á los marineros y soldados estipendiados para el exclusivo servicio de las misiones. Se derogó esta prohibicion en 1768, cuando acaeció el ostracismo de los jesuitas." (Lassepas, Historia de la Colonizacion de la Baja California; página 63.)

La Historia no conserva el nombre de las personas enriquecidas con el producto de esta pesca de perlas en Sonora y Sinaloa; pero sí habla Clavijero (Historia de la antigua ó baja California, libro 1º, § 14), de D. Manuel de Ozio, soldado licenciado, *el único hombre rico que haya habido en California*, quien en los años de

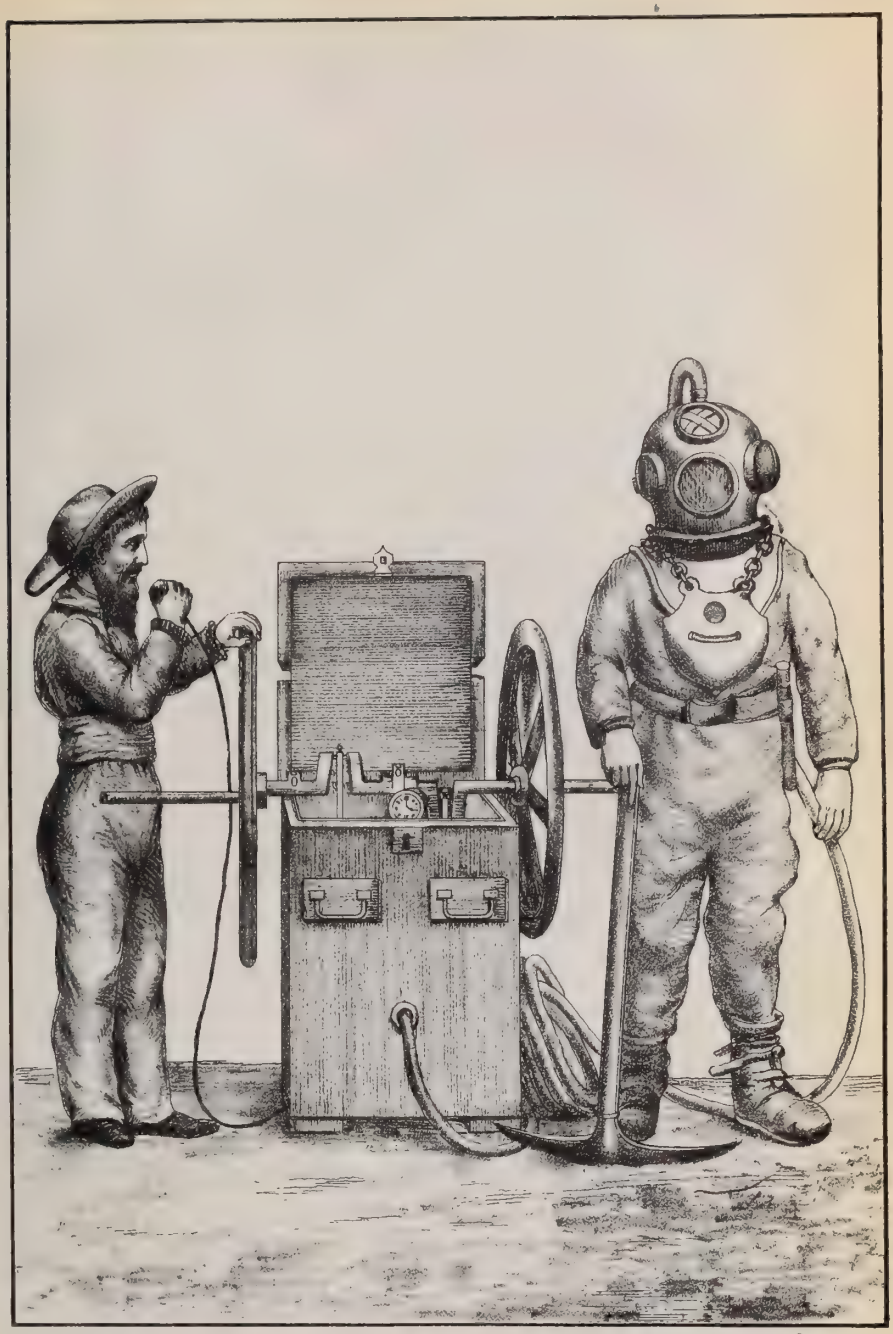
1742 y 1744, hizo una pesca abundantísima de perlas, desde el 28° hácia la bahía de San Felipe, al Norte.

Esa clase de ostra (avícula margaritífera) que explotó Ozio, difiere completamente de la ostra que se pesca desde San Márcos, hácia el Sur. Su concha no se utiliza en la industria europea, pues por ser delgada, cóncava y quebradiza, no produce ni el costo del flete. En cambio es tan abundante de perlas, que Ozio en 1742 sacó 127 libras, y en 1744, 275 libras. Esto parece fabuloso; mas en 1876 se tuvo oportunidad de rectificar lo que dice Clavijero, y aunque sólo se encontraron pequeños lunares cubiertos de ostras, en muy pocos dias salieron 20 libras. La ostra *avícula margaritífera* se reproduce con una actividad increible, pero muere de la misma manera. La menor convulsion de la tierra, una detonacion atmosférica de alguna fuerza, la aproximacion de los buzos cuando la pescan, son causa suficiente para que mueran *todas las del banco* en muy poco tiempo. Así es que se encuentran desde el 28° hácia el Norte, las playas cubiertas de cáscaras de conchas arrojadas por las olas, y el fondo del mar cubierto de la misma manera. En 1876, cuando se hizo la pesca referida, hacia poco tiempo que habian muerto las ostras. Los buzos bajaban y con cuidado juntaban las valvas de la concha, encontrando con frecuencia perlas de buena clase.

Desde los tiempos de Ozio hasta 1876, es decir, en 132 años, no se habian explotado los bancos de madreperla del 28° hácia San Felipe, al Norte. En 1881 mandó el Sr. Gibert una expedicion de reconocimiento á esos lugares, y sólo se encontraron ostras en el primer año de su desarrollo. Es posible que en la actualidad, si no han muerto por alguna sacudida de la tierra, estén en pleno crecimiento y llenas de perlas.

Explotacion actual.—Se hace hoy en el mismo Golfo, con la circunstancia ventajosa de poder penetrar á profundidades mayores, debido al uso de los aparatos de bucear (Escaphandros) de fábricas inglesas y francesas. El aparato inglés de C. E. Heintre y Cª, es bueno, pero es mucho mejor por la sencillez de su construccion el aparato frances de Denayrouze.

Los buzos pueden bajar cómodamente á 15 brazas de profundidad y permanecer dos horas trabajando, sin necesidad de sacarlos á respirar el aire libre. Bajan tambien á 20 brazas y algo más;



Cárlos Gothe dib.

ESCAPHANDRO DENAYROUZE.

pero á esa profundidad la presion del agua es grande y el buzo es atacado en pocos dias de dolores agudísimos en las piernas, que han determinado la parálisis de esos miembros, y algunas veces la muerte de los individuos.

La pesca, con aparatos de bucear, comenzó en el Golfo de California en 1874. Dos pescadores de Panamá fueron á aquellos mares en dos buques con ocho máquinas; y como de 10 á 15 brazas de profundidad los criaderos de concha habian permanecido desde su orígen inexplotados, esos individuos, llamados uno Bosi, italiano, y el otro Clarte de los Estados Unidos, en una temporada de seis meses hicieron una regular fortuna. Antes, por el año de 1857, un americano llevó una bomba de aire para pescar, y no tuvo éxito favorable; de manera que cuando los pescadores de California vieron prácticamente el modo de operar de Bosi y Clarte, en el acto pidieron á Europa los útiles necesarios; mas como nuestros hombres no estaban acostumbrados al uso de máquinas y los armadores *querian hacer economías,* hubo sus desgracias; hasta 1880, murieron por asfixia unos cuatro ó seis individuos. Desde ese año á la fecha no se registra ningun caso desgraciado. Los empresarios se han provisto del mejor material, y los buzos se han acostumbrado á limpiar y cuidar los aparatos.

Con el uso de máquinas se bucea todo el año en los bancos cubiertos por las algas, que impiden al buzo ver las ostras.

El trabajo diario es desde la salida del sol hasta las 12 del dia, y por la tarde de 2 á 5. Cuando se trabaja en esa forma se necesitan dos buzos: el primero, que es siempre el más práctico, lo hace por la mañana; y el segundo, que es comunmente un aprendiz, por la tarde.

Un bote va con su bomba, cuatro bomberos, un buzo y un *cabo de vida;* éste se llama así porque realmente tiene en su mano la vida del buzo: él debe cuidar de los avisos que el pescador le comunica por la cuerda de señales, que constantemente debe tener en la mano. Al efecto se ha establecido una especie de telegrafía entre los buzos y el cabo de vida. Por ejemplo, dar un estiron á la cuerda, quiere decir, que se dé más velocidad á las bombas, para tener más aire; dos, que se saque al buzo á la superficie; tres, que está en buenas condiciones.

El escaphandro completo de Denayrouze consiste en una caja

que tiene tres bombas de aire con su respectivo manómetro para regular la presion que necesita el buzo. Esta caja está conectada con el casco que cubre la cabeza del buzo por medio de un tubo de goma de poca elasticidad, para resistir la presion del agua. El casco está construido de fierro con tres lentes resistentes, uno al frente y dos laterales para la vista del buzo y con tubos adaptados propiamente para la entrada y salida del aire. Para cumplir este objeto, hay ocho globos elásticos, de los cuales, cuatro reciben el aire del exterior y cuatro dan salida al aire de la espiracion. Este casco en los aparatos completos está unido tambien con un tubo acústico por medio del cual el buzo puede comunicarse con el exterior, oyendo y contestando. El buzo está provisto de un regulador que lleva en la espalda para graduar su inmersion, ó para elevarse; el cual consiste en un cilindro con globos de goma que cuando se les desaloja el aire, determinan su descenso, y cuando se llenan, su ascenso. Está tambien resguardado con un escudo de bronce que le cubre el pecho, y zapatos de cuero con guarnicion de bronce ó plomo, á los que sujeta el cabo de señales.

Además del número de buques, botes y hombres ocupados en la pesca que usan aparatos de bucear y cuyo pormenor se da adelante, hay muchas canoas armadas á la antigua con sus *buzos de cabeza*, y que pueden ascender á 150 pescadores. Estos en su mayor parte son los que habitan las orillas del mar, que viven comiendo el animal (callos) y visten con lo que les produce la venta de las valvas de la concha, y las perlas que suelen sacar.

La época propia para la extraccion, es la Primavera, despues del desove de las ostras. En esta estacion la superficie de los bancos se cubre de algas ó fucus, y los huevecitos, protegidos por la naturaleza, pueden crecer y desarrollarse á su abrigo, escapándose de la voracidad de los peces pequeños. Se cree que no ménos de *trescientos mil huevos* se encuentran en la lechaza de cada ostra, en estado de reproduccion.

A los tres años de edad está la ostra de un tamaño conveniente para los usos de la industria; y de los tres á los cinco, es cuando produce las mejores perlas. Al sétimo año comienza á morir y es atacada por una especie de *broca* que perfora las paredes de las valvas. Esta concha, *picada*, desmerece mucho de precio en el mercado. Millares de ejemplares alcanzan larga

vida; pero ni se reproducen ni tienen perlas (con rarísimas excepciones).

Los buzos, especialmente los de *cabeza*, sacan cuanto encuentran, porque vendiéndola al peso, sólo se fijan en lo que les producen. Por regla general 200 ostras de buena edad dan *cien libras*, y muchas veces 800 de uno ó dos años no alcanzan ese peso. Ni los dueños de armadas, ni los armadores, ni los empleados fiscales se fijan, aunque el reglamento se lo ordene, en esa destruccion sin nombre del rico molusco. Antes de *tres años* la ostra no produce perlas, y como se ha dicho, en el 3º y 5º las da muy buenas. Despues de esta edad, el animal arroja fuera de las valvas los granos de perlas, que se pierden para siempre en el fondo del mar. Se presta á ello la configuracion semicircular del molusco.

Se encuentra la concha en el mar, en los terrenos rocallosos y en las madréporas de poco desarrollo; la concha se adhiere por medio de barbas de gran flexibilidad, de una pulgada más ó ménos de largo. En los fondos arenosos se unen las unas y las otras del modo indicado, formando lo que los pescadores llaman *macollos*; pero lo más frecuente es que crezcan aisladas. En este estado de libertad la ostra usa como aparatos de locomocion, sus valvas: les imprime un movimiento rápido de arriba abajo, y se traslada de un lugar á otro. Así se explica el por qué en los lugares arenosos que han sido limpiados literalmente de ostras, á los pocos meses se encuentran ejemplares de buena calidad.

El mayor ejemplar que se conocia hasta mediados de 1884, sacado en la Baja California, perteneció á los Sres. González y Ruffo, del comercio de la Paz, empresarios en el negocio de la pesca. Ese ejemplar pesa 75 quilates, pero su forma no era perfecta, ni su brillo ú oriente de lo mejor. De figura oblonga ligeramente aplanada por el lado en que estuvo adherida á una de las valvas, y su color gris de plomo.

Los mismos Sres. G. y Ruffo tuvieron en 1871 una perla magnífica de 24 quilates, forma de pera (les llaman calabacillas), color gris de perla, perfecta en su figura y sin defecto en la tez. Se vendió en la Paz y se dieron por ella $ 3,000.

El Sr. D. Juan Hidalgo, en 1882, compró una perla que tenia el peso de 28 quilates, de color oscuro, esférica, con unas ligeras

sombras blanquecinas. Es el ejemplar mejor que ha salido; se dijo haber sido realizado en Europa por $ 8,000.

Muchos granos de perlas bonitas de 10 á 22 quilates han salido en los últimos 10 años.

En los últimos dias del mes de Octubre de 1884, despues de haber salido la Comision de Mulegé, en cuya bahía se estaba haciendo buceo de perla, se extrajo un ejemplar del peso de 93 quilates, por Joaquin Acuña: su oriente es gris de perla, no de primera, y tiene una manchita negra. El Sr. Fidel Mendoza, que trasmitió esas noticias al Sr. Ingeniero Martínez Baca, dice: "Yo mismo la tuve en mis manos, y más bien parece un juguete artificial que una perla natural." (Véase tamaño natural y forma, fig. IV *a*.)

Por la misma época me comunicaba el Sr. Gibert las noticias referentes á esta perla, las que me amplió en carta fecha 30 del último Enero, en los siguientes términos:

"Ayer hablé con uno de los pescadores de Mulegé que vió la perla de 93 quilates, y he confirmado las noticias que le dí. Se encontró dentró de la panza y es de forma irregular. No es raro encontrar perlas en la panza de la ostra, pero siempre están huecas y podridas: yo tengo una que se me olvidó mostrar á vd., que tiene la forma de un casco de escaphandro, y que si hubiera salido maciza, habria pesado 60 quilates cuando ménos. La de Mulegé salió llena, cosa, repito, verdaderamente casual."

Diversas calidades y tamaños.—La calidad de la perla depende de la figura esférica ó de calabacillada (formas preferidas), la brillantez é igualdad de color (el negro y el blanco perla diáfano son los buscados), que no tenga grietas, arrugas, ni sombra alguna que la desperfeccione. Cuando se encuentran perlas con esas condiciones tienen un valor muy alto, pero es raro dar con un ejemplar perfecto.

La madreperla fina (Myrtitus margaritiferus) las produce blancas diáfanas, blancas *aperladas*, blancas azuladas, azul claro brillante, azul claro aplomado, azul oscuro y oscuras del todo, aunque no negras. Salen algunas con otros matices, que no son más que variaciones de los colores indicados. Las capas que forman esas perlas son relativamente gruesas é iguales, á diferencia de las que produce la concha *nácar* (avícula margaritífera), que en lo general tiene formas irregulares y oriente diverso.

Las perlas de la *avicula*, conocida con el nombre vulgar de concha nácar, salen de todos colores, blancas, color de rosa, de mucho mérito; negras, que lo tienen mayor, doradas, bronceadas, purpurinas, verdes, etc., etc. Cuando esas perlas son perfectas en forma, sin manchas ni arrugas que las desperfeccionen, son de mérito igual á las otras de que se hizo mencion. Sólo la práctica puede enseñar á distinguir á primera vista el orígen de estas perlas. En general, aunque la *avicula* produce *cincuenta veces* más perla que la *Myrtitus*, es casi siempre de formas caprichosas é imperfectas, pero su fecundidad alcanza tambien á producirlas de la mejor clase.

Ahora es oportuno decir algo de la tradicion oral relativa á las perlas que en 1742 y 1744 sacó D. Manuel de Ozio, desde el 28° hácia el N. del Golfo de California, como ya se ha dicho. Ozio despues de su pesca afortunada se radicó en el Real de Santa Ana, cerca del de San Antonio y el del Triunfo, y fué el *primero* que comenzó la explotacion de los minerales de plata, en los lugares indicados. El abrió la mina de San Nicolás y la de San Pedro, en el Distrito del Triunfo: la Gobernadora, y la Mina Rica, en el de Santa Ana, y en el de San Antonio, la de San José y otras. Estableció haciendas de beneficio en Santa Ana y San Antonio, y tuvo la fortuna de dar con los mejores filones metalíferos de esa region.

Vivia Ozio tranquilo en su casa de Santa Ana, cuando una noche fué asaltado por unos ladrones, estrangulado y robado: los ladrones iban en pos de las perlas, mas no dieron con ellas: se contentaron con robar unos miles de pesos. Pocos dias despues fueron aprehendidos los criminales, juzgados por el Teniente Gobernador, y confirmada la sentencia por la Audiencia de Guadalajara, ahorcados en castigo de su crímen.

Se dice que poco ántes del asesinato de Ozio, habia clasificado sus perlas por figuras, tamaños y colores, poniéndolas en ollitas de barro que al efecto mandó preparar, y bien tapadas las soterró, sin saberse hasta la fecha el lugar en que lo verificó.

Ozio estaba solo en su casa cuando le sorprendieron los ladrones, y le asistia una recamarera y un criado. Este fué tambien muerto la noche del asalto, y la recamarera fué la que platicó lo de las perlas, porque habia ayudado á la separacion de ellas.

Ozio era viudo cuando acaeció su muerte, y dejó un heredero de sus bienes.

Hace pocos años que murió en San José un nieto de Ozio, llamado Antonio María, hombre distinguido por su honradez y buenas cualidades. Desde su juventud emigró á la Alta California, en donde desempeñó algunos puestos públicos y adquirió fortuna considerable.

Perdida para México la Alta California por el tratado de Guadalupe, Ozio vendió sus bienes en lo que le dieron por ellos, y regresó á su suelo natal, San José, donde acabó sus dias á los 80 años de su edad. Fué Jefe Político interino de la Baja California, y por los años de 1874 á 1875, Jefe de la Seccion Aduanal de San José. Este humilde empleo le daba, ó le servia de ayuda para el sustento de su familia, y se califica de violenta é injusta una disposicion del Administrador de la Aduana de la Paz, que lo destituyó por inepto.....

Volviendo á las perlas perdidas bajo la tierra del lugar de Santa Ana, desde que murió Ozio el rico, no han cesado de removerla, pero nada se ha encontrado; y no hay duda que una gran parte de las pescadas en 1742 y 1744, estaban en su poder al tiempo de su muerte.

Se ignora cómo se produce la perla; sin embargo, repetiré lo que dicen los que creen saberlo: "Concha nácar (*Nacre de perles* en frances), sustancia secretada en el interior de algunos moluscos. Las perlas son producidas por algunas especies de moluscos bivalvas, sujetos á una especie de enfermedad causada por la introduccion de algun cuerpo extraño en el interior del animal. La sustancia nacarina que se encuentra en capas sobre la concha, envuelve esos cuerpos, produciendo ó desarrollando una fuerte irritacion en el animal. La perla está formada de capas concéntricas al derredor del núcleo central, que es el cuerpo extraño, orígen de su formacion, sustancia de la misma naturaleza nacarina, esencialmente compuesta del carbonato de cal. Las perlas de mérito deben de ser gruesas, esféricas ó de figura de pera, y reflejar y descomponer la luz con gran velocidad." (Enciclopedia Tecnológica. Diccionario de Artes y Manufacturas.) Véase la obra de Lassepar, *Historia de la Colonizacion de la Baja California*, pág. 60, en la nota sobre Pesca de Perlas.

Muchas veces se encuentran perlas perfectamente formadas y gruesas, que son tan blandas que con un alfiler se pueden perfo-

rar. Se componen de las mismas capas concéntricas, mas el color es parecido al de la aceituna ensalmorada.

La perla casi siempre se cria en la parte superior y delgada del molusco, en bolsas que con facilidad revientan. Ese es el lugar de la perla gruesa; mas la delgada se produce en todas partes.

Los *topas*, se puede decir, son las perlas que han salido de su bolsa y han quedado aprisionadas entre la casa del molusco y una de las valvas. El molusco trabaja sin cesar por agrandar su habitacion y cubre á la vez con la sustancia nacarina, el obstáculo que encuentra en la perla. Otras ocasiones, y esto es muy frecuente, la *broca* perfora las valvas, y el animal, cuando se ve así agredido, trabaja activamente oponiendo capas de nácar á la accion del taladro del enemigo. Este trabajo del molusco adquiere la forma redondeada y abovedada y alcanza con frecuencia el tamaño de un limon mediano. No tiene ningun valor ese producto conocido con el nombre de *ampolla*.

La perla generalmente se compra muy barata al pescador ignorante, cuando pasa de 10 á 20 quilates: cuando es ménos de 10, con frecuencia saca todo su valor.

Se ha dicho ya que la perla de mérito no debe tener defectos en su forma, ni en su *oriente*. Si llena esas condiciones y el color es blanco límpido ó negro, puede calcularse $ 50 por cada quilate, de 5 á 10 de peso, y por $ 75 de 10 á 20. Cuando se pasa de este peso ya tiene un valor doble más alto. Estos son los precios á que se compra en La Paz, pero en Europa y los Estados Unidos perlas de esa condicion tienen un valor de capricho.

Los principales centros de consumo son Paris, Lóndres, Francfort, Berlin, Viena, San Petersburgo y Nueva York. En esta ciudad de Nueva York se han vendido las buenas perlas en 1883 á mejores precios que en Europa. No paga derechos de exportacion; pero sí se le cobran á la importacion, en los Estados Unidos, un poco altos: 10 por ciento *ad valorem*. En Europa es del todo libre, y sólo en Alemania le exigen un derecho insignificante.

Despues de la perla deja el molusco de útil las valvas, que se compran actualmente á $ 8 el quintal. El *callo* tiene algun consumo, pero no se prepara convenientemente para poderlo mandar á China.

El precio á que se vende la concha en Europa varia con frecuen-

cia; pero en los últimos 4 años se ha sostenido entre 50 á 60 £ por tonelada de 2,240 libras. Vendida á ese tipo produce entre *diez y doce pesos* el quintal nuestro de 100 libras. La merma, fletes, comision, etc., etc., se llevan una gran parte de su producido. El flete no pasa de 4 £ por tonelada de 2,240 libras inglesas.

Derechos.—Se pagan á la exportacion de la República, $ 10 por cada 1,000 kilos de la que se extrae en el litoral del Golfo, rentado por la Secretaría de Fomento.

Empleo de la concha en la industria.—Nuestra concha es mucho más chica que la de Otaiti y Ceilan, y ménos plana: es igual á la de Panamá; por consiguiente, la mayor parte se emplea en la fabricacion de botones. Las principales fábricas están en Inglaterra, Francia y Alemania. En los Estados Unidos es casi nula esa industria.

Industria en nuestro país.—Cuando la concha no se exportaba al extranjero se la convertia en cal. En la época presente se vende al peso, sin que haya ni asomos de que se desarrolle alguna industria con ese producto.

Para facilitar su desarrollo, la experiencia ha enseñado que arrojando piedras en los lugares en que hay gran movimiento de arenas que las cubra, los huevos se adhieren con gran facilidad á ellas. En la Isla del Cármen, en los puntos en que deslastran los buques que van á cargar sal, se han hecho pescas de consideracion, sobre las piedras arrojadas al mar. Podia hacerse lo mismo en muchas ensenadas, á profundidades convenientes.

RESÚMEN de las fechas en que se han expedido permisos para el buceo de la concha perla en el Golfo de California, con enumeracion de embarcaciones, número de tripulantes y máquinas destinadas á aquel objeto.

	Pailebots.	Balandras.	Botes.	Pangos.	Canoas.	Tripulacion.	Máquinas.
Del 15 de Mayo al 15 de Noviembre de 1881.....	5	6	37	2	29	366	36
,, 15 de Noviembre de 1881 á 15 de Mayo de 1882.	5	3	50	,,	9	336	47
,, 15 de Mayo al 15 de Noviembre de 1882.....	4	6	46	,,	28	379	42
,, 15 de Noviembre de 1882 á 15 de Mayo de 1883.	3	3	33	2	3	220	34
,, 15 de Mayo al 15 de Noviembre de 1883.....	4	8	56	6	20	406	53
,, 15 de Noviembre de 1883 á 15 de Mayo de 1884.	3	6	44	,,	,,	273	44

En 1870 hizo el Sr. D. José Fidel Pujol, en La Paz, una publicacion sobre la ostra Avícula Margaritíferus, cuyo trabajo tiene la siguiente dedicatoria:

"Al distinguido geólogo D. Antonio del Castillo, Presidente fundador de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. La Paz (Baja California), Noviembre de 1870."

Este trabajo es poco conocido, y de él considero útil insertar en el presente caso la

PRIMERA PARTE.

"CONCHILIOLOGIA."

"La ostra, *Avícula Margaritiferus*, es un rico marisco que en la escala de la naturaleza ocupa uno de los grados más distantes de la perfeccion; pero encierra en su seno una de las más bellas producciones de la creacion, y ésto hace que el hombre, movido por el incentivo y la fogosidad del atormentado deseo de las riquezas, audaz se abra paso hasta en los antros del mar, para allí ejercer tambien su industria, y sacar de su fondo al concurso del mundo, esas preciosas perlas que se ostentan en la alta sociedad como un signo de lujo y de riqueza.

Esta ostra que los buzos mexicanos la dan el nombre de *Concha de perla fina*, se pesca en Ceilan, Persia, Tabago, Argelia y en Margarita, *ó Isla de las perlas*, en Venezuela. En el Pacífico, se produce en las playas de Panamá, en las Islas Marías y en los estuarios del Golfo de Cortés, en la costa oriental de la Península, Baja California, que se hallan comprendidos entre los 23° y 28° de latitud Norte, y de las cuales voy en seguida á tratar.

La ostra llamada de perla fina es bivalva, simétrica y de nácar. Regularmente el espesor de cada una de las dos valvas, en su mayor desarrollo, varia de 7 á 14 milímetros, y el tamaño de ellas, (hablo de las de estas costas de la Baja California), es de 13 á 16 centímetros, y algunas otras encontradas en profundidad mayor, alcanzan hasta 17 y 25 centímetros.

Son poco cóncavas, y están unidas por un ligamento ó músculo de color negro y consistente, y aunque las valvas carecen de los puntos salientes que las fijan, como se ve en las ostras de igual y diferentes géneros de moluscos, hace sin embargo, con mucha firmeza el oficio de charnela, abriendo y cerrando á voluntad del animal.

Obsérvase que estas conchas, miéntras no logran el punto de su perfeccion, los bordes son constantes, y la superficie exterior de ambas valvas permanece limpia, y pueden enumerarse las circunvoluciones que forman unas fajas negras y cenicientas, que se ven replegándose sobre su vértice.

La *ostra vieja*, por el contrario; ambas valvas en su exterior se han convertido en un verdadero polípero; atestadas de parásitos del género tubíporo, han perdido su color primitivo, y por el nuevo aspecto que presentan, se denota que el molusco ha pasado ya los límites de su período activo, y ha entrado en la vejez.

La materia de que se forman las conchas, es un compuesto de carbonato calcáreo unido á una sustancia animal (glúten).

Las conchas de esta ostra, forman una buena parte de las ganancias de los *armadores*, en razon de los pedidos que de ella se hacen desde Europa, en donde son empleadas en diversos ramos de la industria moderna.

La densidad ó peso específico del sólido que las constituye es 2.728, tomando por unidad el agua destilada á 4° T=0°

FISIOLOGIA Y ANATOMIA.

GENERACION.

El animal que habita la ostra *Avicula Margaritiferus*, es *androgeno*, y en su consecuencia, se ejecutan en el interior mismo del individuo los diversos actos de la generacion.

La fecundacion se efectúa por medio de una accion vital que en muchas circunstancias afecta ó excita el receptáculo fecundante que este molusco tiene contiguo al ovario. Se ve que aquella tiene su complemento cuando el órgano reproductor, excitado por la fuerza generativa, rompe la membrana que lo divide del ovario y queda hecho todo una vesícula germinativa.

El depósito sexual, ó líquido fecundante, miéntras es nulo, se presenta blanco, y de este color pasa á otro amarillo claro, tan luego como la reunion es homogénea con el ovario.

Esta especial generacion tiene analogía con la gemmípara de algunos anélidos y zoófitos, solamente que el receptáculo fecundante de este acéfalo ocupa un lugar más aproximado á la generacion simpática, dada como agente de la excitacion.

DESOVE.

El desove de la ostra perlera tiene lugar en los estuarios de la costa oriental de la Baja California, en los meses de Febrero y Marzo.

En este tiempo, el ovario se ensancha hácia fuera, y por el oviducto, que se distingue perfectamente, el animal expele unos cuerpos que son de un color amarillo claro, de una materia glutinosa, que se adhiere á los dedos al estrujarla.

Estos cuerpos, que no son más que unas granulaciones elementales, permanecen dentro de la ostra, y reciben una como incubacion, hasta que el molusco los desaloja del interior de ella, con los movimientos naturales de abrir y cerrar las valvas.

Regularmente vánse á avecindar por entre los riscos, piedras, políperos, ramas marinas, etc., etc.; que en abundancia suelen formar la vecindad de la ostra madre.

A veces se fijan en el líquen que las rodean, en cuyo caso, si logran desarrollarse en algunos de estos puntos, se forma un apiñamiento que los buzos nombran *macollo.*

Las corrientes parciales y la resaca formada por los estuarios, cuidan de derramarlos como semilla, en cierta extension del fondo, que los pescadores, por abundar en estos lugares la concha de perla fina, acostumbran darle el nombre de *placeres.*

Estos cuerpos glutinóideos que excreta el molusco, reciben la forma característica de su especie en el punto en que se fijan, y allí se desarrollan, si ántes no son comidos ó destruidos por algunos peces ó por los animales del género crustáceo, ó por las distintas especies de anélidos, limazas y millones de pólipos que forman su constante y destructora vecindad.

Al tercero y cuarto dia son ya de una figura esférica irregular, consistente, y resisten el paso de un alfiler.

Sobre esta costra sólida, formada de las materias viscosas y calizas del licor que excreta el animal, se forma la primera capa; á ésta se agrega, por medio de una operacion semejante, una segunda, una tercera capa, y así sucesivamente, hasta que la ostra llega á su perfeccion, ó es extraida del mar por el buzo en estado de cría.

ORGANISMO.

El cuerpo en el cual residen las funciones de la vida orgánica ó vegetativa de este malacozoario, es de una figura igual á la de una botella abultada, prolongada un poco por su vértice, de 12 á 15 milímetros de diámetro, y 4 á 5 centímetros de largo. Este cuerpo

está cubierto por una membrana lisa, blanca en la parte inferior y amarilla en la parte superior.

Este molusco bivalvo no tiene cabeza aparente en esta region, ni protuberancia alguna que prolongue su cuerpo; excepto la del dorso, y la muy interesante que forma el tentáculo en que está colocada la boca, la cual se manifiesta con una abertura en el centro, que cierra con los labios que engranan con los puntos salientes que ornan sus dos bordes.

En la parte anterior, abajo del cuello ó tentáculo, que dejo señalado, se encuentra un tubérculo saliente, del cual se dilata una cabellera ó plumero cerdoso que inclinado horizontalmente, se dirige por el vértice hácia fuera de la ostra, con una longitud de ménos de un decímetro, por cuyas cerdas tenaces y lampiñas, como el *stipa tenacissima, foliis foliformibus* de Linneo, el animal se adhiere á los riscos ó á las piedras, obrando aquellas en grupos, como hebras radiculosas que fijan la ostra y atraen hácia la boca del molusco, cieno, con el cual se mantiene chupándolo.

DIGESTION.

La digestion es en este bivalvo sumamente diminuta. Como algunos crustáceos, puede pasar cierto tiempo privado de todo alimento, y aun sospecho, por las estaciones en que la ostra vegeta sin abrirse, que se mantiene en algunos casos de la secrecion viscosa que producen los mantos de este propio acéfalo, espesado por el légamo que la ostra cria exteriormente.

El aparato digestivo se presenta con excesiva proporcion, respecto de las sustancias recibidas por este molusco. Sin orificio para la excrecion, las materias elaboradas son depositadas finalmente en una cavidad cerrada ó cloaca que se observa constantemente repleta de una sustancia negra, la materia fecal del acéfalo, que juzgo se disuelve por secrecion continua, como acontece con algunos zoófitos ó radiados que sólo tienen un orificio, con motivo de encontrarse esta materia negra en estado casi de líquido, en

las paredes de las túnicas que abrigan á aquella cavidad por la parte posterior del cuerpo del molusco, que es el lugar donde se la encuentra.

RESPIRACION.

La respiracion de este malacozoario se verifica por dos tegumentos permeables que se advierten poco distantes de la boca, más abajo de la base del tentáculo, cubiertos por cuatro hojas de orillas estriadas, que se presentan á la vista como si fuesen otras tantas branquias y le sirven de pulmon.

La respiracion, de la propia manera que la digestion, es igualmente poco activa en este molusco, así por ser animal de sangre fria, como tambien porque el sistema en él de toda esta funcion es incompleto.

Carece de hígado, es decir, sobre el órgano reproductor, punto en el cual se fija el líquido fecundante, no se observa otra cosa que una masa compacta amarilla, exactamente igual en color á la yema de huevo pasada por ebullicion. Acaso le sirva aquella de corazon, pero no es susceptible de contraccion para los efectos naturales de la circulacion aórtica de este animal, comun en la organizacion de algunos moluscos.

Parten de los lados de esta masa dos como venas blancas, que no pueden separarse de ella sin romperse, y que dirigiéndose hácia la region del dorso, toman su direccion con término al músculo aductor. Opacas estas venas y poco consistentes, es ineficaz el el auxilio del microscopio en los momentos de la anatomía, por cuya razon ignoro si son capilares, aunque yo las tengo por tales.

Esta masa ó pulpa, de la cual hemos hecho referencia, viene á quedar de base ó á servir de asiento á la cabellera ó plumero que como agente radiciforme del molusco y de la ostra hemos descrito arriba.

Igualmente sirve de asiento aquella al tentáculo, en cuya terminacion angular está colocada la boca, en forma convexa, y cuyo órgano exploratorio, con la propiedad contráctil que posée, se extiende por encima de las hebras, con direccion á los vértices

de ambas valvas, y por esta disposicion alcanza el molusco á chupar el légamo que se cria en las fascículas de esta raíz animal, por entre las cuales se agrupan huevos y otras sustancias de innumerables pólipos que con el cieno le sirven de alimento.

ORGANO AUDITIVO.

El órgano del oído es subcutáneo en este animal. Esta circunstancia, que en otro individuo haria negativas las condiciones auriculares, no implica cosa alguna contra la certeza de la existencia del aparato auditivo en el organismo de este malacozoario. Queda al alcance de cualquiera observador el ver cómo, recientemente extraido del mar, cuando aún existen en él con todo su vigor los agentes de la respiracion acuática, ésto es, en tanto que no se extingue la humedad, que por algun tiempo conservan los tegumentos y láminas branquiales, cierra el molusco las valvas, á las vibraciones de cualquier ruido extraño. En el fondo del agua sucede lo mismo; de la propia manera que si fuera una sensacion táctil, oye de un modo delicado las expansiones de los animales superiores, y las que producen sus naturales enemigos, los crustáceos, cuando se le acercan.

Corrobora este fenómeno que pertenece á la demostracion de los hechos, el carácter instintivo de este molusco, el cual consiste en no abrir jamas las valvas, sino cuando se tiene por ausente de todo peligro, y no oye ruido extraño. Opone una resistencia tenaz á todo empeño para abrirlas contra su voluntad.

No, pues, tan solamente existe en este individuo el sentido de audicion, sino que la impresion de la intensidad produce en él iguales efectos á los que están sujetos otros muchos animales.

La averiguacion de la distancia del lugar de un ruido, se dice, es una operacion de la inteligencia. Cuanto ménos inteligente es un animal, tanto más concibe que un gran ruido es para él un gran deligro. Así vemos que los tímidos, á la intensidad del sonido, proporcionan la velocidad de su carrera.

Esta regla, comun en todos los animales, se nos presenta con su excepcion en este molusco. Desprovisto de todas las relaciones de

locomocion, está destinado á recibir y á sufrir toda la magnitud de la impresion causada por cualquier ruido inarticulado y confuso, que de un modo irritable y complicado, hiera el órgano colector del sonido.

A una fuerte detonacion no puede ni moverse, ni sabe apreciar la direccion y distancia del lugar del estridor, como vemos en los demas animales, y acaso por este motivo y el influjo que igualmente ejerza en él la total ausencia de movimientos de locomocion, sean accidentes que contribuyan á aumentar la impresion causada por el sonido, y prolongarla, motivándole con una sensacion dolorosa é intensa, una muerte acelerada.

La conmocion no se extingue con la causa que la produce: sucede con las percepciones del sentido auditivo de este malacozoario, lo que exactamente pasa en la vision, que se conserva la sensacion de un objeto, aun cuando ha dejado de impresionar en la retina.

En semejante caso, es seguro que la sensacion auditiva, determinada por una fuerte excitacion, ataca con una intensidad dolorosa los tegumentos branquiales de este malacozoario, y altera la respiracion.

Esto, que tiene mucho de comun, atendiendo á los fenómenos de las percepciones sensoriales y facultades afectivas de muchos individuos, se demuestra en este molusco de dos maneras tan visibles como vulgares:

Primero: con la circunstancia de haber abandonado estos y otros animales de su género, los puertos y surgideros en esta Península, que de algun tiempo á esta parte son frecuentados por buques de guerra.

Segundo: cuando se hace un disparo de artillería á bordo de una embarcacion que conduce ostras frescas y mueren por la detonacion.

Esto se manifiesta con tanta evidencia, que me parece no necesita tratarse mediante una observacion atenta y minuciosa, para alcanzar la certeza de este fenómeno. El hecho nos releva del estudio, y en el exámen fisiológico de la serie animal, acaso las demostraciones evidentes sean de la mayor seguridad para el resultado de la ciencia.

SENTIDO DE LA VISTA.

La sensacion del órgano que nos ocupa, es poco delicada en este animal. La razon es obvia. Desnudo el aparato de la vision de este individuo, de todos los compuestos que son análogos á los ojos de los animales superiores, es preciso que las relaciones ópticas sean asimismo inferiores, en razon de la imperfeccion de la armadura del globo ocular, que se reduce únicamente á un nervio, que se presenta como un punto blanco, convexo, en forma de córnea, á cuyo nervio sirve de esclerótica la masa circular del punto mismo en que está colocado.

Los ojos de este malacozoario son, pues, dos *puntos oculares*, con la facultad seguramente de no distinguir más que la luz, de la oscuridad.

Estos dos puntos son esféricos; están situados en la region superior del cuerpo del animal, dos milímetros más abajo del lugar en donde tienen su orígen los mantos que salen de la parte inferior del tentáculo en que tiene su asiento la boca del molusco, y se prolongan por ambos lados sobre las túnicas del gran músculo aductor.

La posicion natural de este malacozoario, en el interior de la ostra, no es favorable á las condiciones ordinarias de la vision, ni á los fenómenos de sensacion de la luz. Tiene la vista en direccion opuesta á los rayos luminosos del sol, mira al suelo, ó mejor dicho, á la charnela.

Su cuerpo está situado en la parte más interior de la ostra, y si bien parece con esto que la naturaleza ha querido protegerle contra los ataques de algunos otros animales, le ha negado por otra parte las percepciones de la luz, colocándole en una oscuridad las más de las veces completa.

DEL MÚSCULO ADUCTOR.

Los movimientos activos de este acéfalo residen en el gran músculo central.

Es un tejido de carne fibrosa, de color amarillo, sobre la cual se dirigen todas las conexiones nerviosas de este bivalvo.

Unido por los filamentos sólidos de sus dos extremidades á la parte céntrica de ambas conchas, posée la propiedad contráctil que los pone en movimiento, cerrando ó abriendo á voluntad del animal.

El tamaño de este órgano aductor varia segun el desarrollo alcanzado por el acéfalo en el trascurso de los dias. En su mayor acortamiento da por resultado la mútua aproximacion de las dos valvas, y cuando ésto se verifica, toma su mayor volúmen, con una figura de cuatro superficies, dos caras y dos lados.

Cuando vice versa, este músculo se altera excitado por el animal, su prolongacion ó longitud causa el efecto de separar ó abrir, con el auxilio del mecanismo de la charnela, las dos conchas, y en esta disposicion, este interesante órgano dinámico adquiere una figura columnaria circular, que con los mantos tendidos por la concavidad de las valvas, representa, en la hipótesis de que la ostra esté horizontal, un albergue con sustentáculo y cúpula áticas.

Para que el molusco reciba esta forma, fácil para practicar una observacion rudimentaria de su estado complexo, se expone la ostra sobre la arena en un sol ardiente, en cuya actitud la inflexibilidad se establece y con lentitud muere.

Los buzos llaman *callo* á este interesante órgano muscular del acéfalo, en razon de que despojado de las demas partes del animal y puesto al sol, se pone muy duro, y les sirve de *bastimento*.

EDAD.

La ostra *Avicula Margaritiferus* vive y muere en el sitio en donde ha nacido; ésto es, en el punto en que, fijado el gérmen embrionario, ha crecido de una manera continua como vegetal, digámoslo así, que destituido de movimiento espontáneo, ejecuta todas sus funciones; es decir, vive, crece y se reproduce.

Fija la ostra en las piedras ó en los cuerpos sólidos en que se ha desarrollado, generalmente se le encuentra en una posicion vertical, que es la natural de este malacozoario.

Así crece, y así se extingue, siguiendo las leyes de la naturaleza, si incidentes fortuitos no le acortan ántes el curso de su existencia, como sucede de ordinario con los asaltos que recibe de infinidad de animales que le son hostiles.

Se ha observado que la ostra que vive fija en los lugares en los cuales existen ménos rocas, prolonga más sus dias que la que se ha criado en sitios en donde abundan los arrecifes, riscos, piedras, etc., por ser estos puntos hormigueros de toda clase de pólipos, y un fomento, digámoslo así, de todo género de animales de aguas poco profundas.

El *paguro parásito*, por ejemplo, y el *hippolyte desmarestii*, que pertenece á la clasificacion de los crustáceos, son los mariscos que con instinto más habitual atormentan este molusco. El primero, al abrigo de todo ataque, se introduce por el espesor de las conchas, y el segundo, *hippolyte*, apénas las entreabre, penetra con agilidad en el interior y se abriga por entre los pliegues de los mantos del acéfalo, y allí le aguijonea. Estas ocupaciones violentas y extrañas, como es natural, hacen que el molusco se agite violentamente con fuertes y continuos sacudimientos, y se esfuerce en desalojarse de tan insoportables enemigos. Pero la defensa es débil é ineficaz, y la circunstancia de tan incómoda vecindad, ántes conduce á nuevos peligros al indefenso malacozoario, que por este motivo abre de continuo las conchas para facilitar la sa-

lida de ambos parásitos, cuando ésto es un concurso que le multiplica el sufrimiento de repetidas agresiones.

Una dilatada experiencia de los hombres más prácticos en el buceo de la ostra, en estas costas de México, asegura que este bivalvo no prolonga sus dias más allá de siete años. Ordinariamente, del primero al segundo es cuando se le encuentra con buenas perlas. Pasada esta edad primera, suelen contener aljófar, ésto es, perlas de oriente bajo, ó bien con lacras, y á veces de tan poca estimacion, que los buzos, á causa de estos defectos, las llaman tambien "muelas."

CAPITULO IX.

Estudios sobre la orchilla.—Orígen de su nombre.—Su descubrimiento en California.—Lugares especiales para su produccion.—Clases de orchilla.—Manera de propagarla.—Condiciones para su desarrollo.—Cálculo aproximado de su producto por hectara.—Epoca de cosecha y manera de hacerla.—Precios á que se paga.—Puntos para donde se exporta.—Lugares de embarque.—Empaque.—Derechos de exportacion.—Impuestos en el extranjero.—Fletes de mar.—Precios en Europa.—Empleo de la orchilla.—Salida de la Comision de la region central de la Baja California.—Viaje á La Paz.—Noticias de esta Capital.—Rápida expedicion á los Minerales del Triunfo y Cacachilas.—Conclusion.

La orchilla es un líchen que pertenece al grupo tercero en la serie de las familias naturales más interesantes por sus usos y propiedades, colocada por Jussieu en la seccion primera de los vegetales acotiledones que viven en la tierra húmeda, en las rocas y en la corteza de los árboles, de los que toman superficialmente la humedad, sin ser verdaderamente parásitos. Constituye la orchilla uno de los grandes elementos de riqueza en el Territorio de la Baja California.

En los terrenos de "Ojo de Liebre" y "Santo Domingo" tuve ocasion de conocer unos campos de orchilla de poca extension.

Mi permanencia, demasiado pasajera por aquellos lugares, en los dias que ya levantaba el campo la Comision, no era para tomar datos, ni habia quien me los diera exactos sobre su desarrollo y produccion; mas éstos he podido adquirirlos merced á la bondad del Sr. Gibert, que entre sus empresas cuenta la de la orchilla, cuya explotacion tiene bien estudiada, y me comunicó muchos pormenores hasta entónces para mi desconocidos.

El nombre de orchilla viene del griego *Orchis* (testículo), porque la orchilla se extrae de unas raíces bulbosas que tienen la forma de aquel órgano. Esto explica el que las plantas que echan tales

raíces, se llamen orchídeas: latin *Orchis Orchites*, yerba llamada "cojon de perro" (Plinio). R. Bárcia, Diccionario etimológico de la lengua española.

Webster, en su Diccionario de 1879, dice:

"ORCHILLA."—En inglés orchill, orchilla, ó archill. En frances, orcheil, orchel, orceille, roccell. Portugués, orzella. Italiano, oricello, orcella, roccella. Latin, roccella. Del frances *roc*, masculino, *roche* femenino; portugués roca, rocha; español, roca; italiano rocca, roccia, piedra y líchen, porque es un líchen que crece en las peñas. Produce el tinte violeta que se obtiene de varias especies de líquen (Rocella–tinctoria), que crece en las peñas de Canarias y las Islas de Cabo Verde. Se usa en la tintorería para modificar y abrillantar otros colores."

Su descubrimiento se debe á unos pescadores que visitaron el grupo de la "Isla de Galápagos" en el Ecuador, pidieron muestras de orchilla para ellos desconocida, y que en esas islas recogieron D. José Valdizan, de orígen español, y los Sres. Cobos y Monroy, ecuatorianos. El buque pescador se aproximó á la Bahía de la Magdalena, magnífico cetario de nuestra Península, y al pisar los tripulantes las playas de las islas y tierra firme, vieron que todos los arbustos estaban literalmente cubiertos de una planta completamente igual á la que se recogia en Galápagos con el nombre de orchilla.

El capitan y el piloto del buque recogieron cada cual por su parte una muestra del artículo, y se propusieron sacar partido de su descubrimiento, á su regreso á las costas del Ecuador. Cuando ésto tuvo su verificativo, el capitan se entendió directamente con los Sres. Cobos y Monroy, y el piloto con D. José Valdizan. Fué tal el entusiasmo de esas personas, que en el acto prepararon buques, reunieron trabajadores, prensas, cotense y cuanto pudieran necesitar para el negocio, y se vinieron á nuestras costas á fines de 1870. Casi á la vez llegaron á la "Bahía de la Magdalena" Valdizan, Cobos y Monroy, y fué tal la abundancia de orchilla que recogieron en el primer año, que el precio del líchen bajó de 60 £ á 28, en muy poco tiempo, en los mercados europeos.

La orchilla se da más ó ménos bien desde el Cabo de San Lúcas hasta cerca de la línea divisoria con los Estados Unidos; pero entre los paralelos de 24° á 26°, y hácia la costa del Pacífico, cerca

del mar especialmente, el líchen se reproduce admirablemente. El ancho de la zona en que la explotacion es costeable, no pasa de tres á cuatro leguas, en los lugares privilegiados; pudiendo fijarse su anchura média en una y media leguas.

Al S. del 24° la orchilla es buena, pero á medida que se aproxima al Cabo de San Lúcas, disminuye considerablemente la produccion. Del 26° hácia el N. sucede lo mismo, con la circunstancia de que la orchilla buena se encuentra mezclada con otra que tiene muy poca materia colorante.

Hay, propiamente hablando, una sola clase de orchilla; hácia el N. del paralelo 26° disminuye en materia colorante, y alguna hay que apénas da trazas de ella. Vulgarmente á esta clase le llaman "espumilla." Hay otra que crece al lado y mezclada con la orchilla buena, de color verde, quebradiza á la simple presion de la mano, y que de nada sirve hasta ahora. Abunda mucho sobre las rocas y arbustos de la costa del Pacífico, y con el tiempo causará la ruina y exterminio de la orchilla de primera calidad; porque los trabajadores al recoger ésta, dejan sobre el arbusto el líchen verde, que se desarrolla prodigiosamente.

En la actualidad ya se puede notar, á la simple vista, el predominio del líchen malo, en los arbustos que pocos años há sólo contenian orchilla de la mejor clase. Fácilmente se distingue la de buena calidad que los trabajadores de los campos conocen perfectamente.

Para propagarla, se siembran renuevos de Palo Adan que prenden muy bien, ó sus semillas, á la entrada de las lluvias. Para desarrollarse necesita una atmósfera saturada de las emanaciones salinas, y que las lluvias sean escasas. Los vientos de N. O. y O, constantes en la mayor parte del año, son benéficos para su crecimiento y multiplicacion. El exceso de agua la descompone fácilmente, y es una de las razones porque desde el 24° hácia el Cabo de San Lúcas, no prospera bien, debido á que llueve con alguna frecuencia en aquella parte de la Península.

Cuando los vientos cambian al N. y N. E. (lo que rara vez sucede), la orchilla se deseca de tal manera, que al contacto de la mano de los trabajadores se convierte en polvo inservible.

Su producto en los buenos terrenos de la Bahía de la Magdalena, ó bien en los comprendidos entre el 24° y 26° paralelos, se

puede calcular anualmente en un quintal por hectara. En los situados del 24° hácia el S. una hectara con otra, hasta cerca de San Lúcas, dará 20 libras. Del 26° hácia el N. hasta el 30°, cosa de 25 libras.

La cosecha ó recoleccion es continua todo el año, ménos los dias en que suele llover ó en que soplan los vientos del N. y N. E. Los peones parten del lugar del depósito general, muy de mañana, provistos de un saco de ixtle ó lana, que puede recibir un quintal ó más de orchilla; y conforme van caminando, recogen el líchen que á esa hora está suave á causa del rocío; usan algunos un guante de gamuza para resguardarse de las espinas, y concluida su tarea vuelven al campamento á comer y á entregar lo cosechado, que se les paga por libra á determinado precio.

Comunmente se les paga á los trabajadores un centavo de peso por libra, y de su producto comen.

Otros tienen gente á sueldo por quince pesos al mes y la comida, señalando á los peones por tarea determinado número de libras.

En ésto, como en todo, se cometen grandes abusos por los amos y por los peones. Los amos hacen pesadas falsas para recibir la orchilla. Los trabajadores, á su turno, mezclan al líchen tierra fina ó cenizas que se le adhieren fácilmente cuando está húmeda.

En la actualidad es lo más comun hacer contratas para la entrega de la orchilla á determinado precio. Se ha pagado la orchilla en La Paz á $ 2.75 cs. el quintal á granel, y cuesta empacada y puesta á bordo del buque, más ó ménos $ 4.10 cs., en la forma siguiente:

Valor de un quintal	$	2	75
Cotense para empaque		0	37½
Cabo para amarres		0	12½
Derechos de exportacion		0	45
Empacadores		0	15
Embarque		0	25
Total de costo	$	4	10

En la Bahía de la Magdalena puede costar algo más aparentemente, pero se tienen cierta clase de economías por la facilidad de la conduccion por mar, dentro y fuera de esa gran Bahía.

Al precio indicado de $ 4.10 cs. por cada quintal, puesta al costado del buque la orchilla, se deben agregar 50 cs. por mermas sufridas por el exceso de humedad, tierras, etc., de modo que el gasto total puede estimarse en $ 4.75 cs.

Generalmente la orchilla se exporta al puerto de Liverpool en Inglaterra. A Hamburgo se remiten de vez en cuando pequeños cargamentos. Rara vez se lleva á New-York.

Los embarques en este territorio se hacen en la Bahía de la Magdalena, La Paz, San Lúcas y Ensenada de Todos Santos. El 80 por ciento de la produccion sale por la Magdalena en balas ó bultos de 3 quintales cada uno, bien prensada, con prensa hidráulica, de tal suerte, que en cada pié cúbico van entre 25 y 30 libras poco más ó ménos. La que embarcan en otros lugares usan de prensas comunes y empacan en pequeños bultos de 150 libras poco más ó ménos. El empaque se hace en los lugares de la recoleccion, casi siempre, pero los bultos que pasan por la Bahía de la Magdalena, de la casa J. J. Hale, son reducidos por la prensa hidráulica, como se ha dicho.

Los derechos que se pagan por la exportacion de la orchilla son $ 10 por cada 1,000 kilógramos de peso.

Los impuestos en el extranjero son sumamente módicos. En Inglaterra es completamente libre la importacion de la orchilla, y en Alemania paga un derecho insignificante.

Los fletes á Europa varian mucho, por lo bien ó mal prensado de los bultos, tonelaje del buque y lugar en que se hace el embarque; pero puede calcularse entre 4 y 5 £ de flete, por tonelada de peso de 2,140 libras. En buques grandes, que salen lastrados ó á media carga de San Francisco, puede conseguirse flete á 3½ £; mas en los buques chicos que vienen á nuestros puertos, de 500 á 600 toneladas, el flete sube á 6 £. Se embarca tambien en vapor á San Francisco y de allí se toman veleros para Europa. Hay un recargo más por comisiones, descarga y reembarques, que compensa la alza del mercado europeo, y que se suele aprovechar remesando pequeños botes de 100 á 200 bultos.

El precio de la orchilla en Europa en los años de 1870 á 1884, ha sufrido muchas variaciones. En 1871 obtuvo el de 50 £ y algo más, por tonelada de 2,240 libras de peso. En 1872 bajó á 40 £, y á 30, 28, 24 y 22, y aun á 16 £ en los años que siguieron hasta

1880. En 1881 comenzó el alza de precio, porque los principales cosecheros, cansados de perder dinero, limitaron la explotacion, y la orchilla subió rápidamente desde 25 á 60 £, en los primeros meses de 1882. Esta alza motivó el envío de gruesas partidas de la costa de Africa (Zanzíbar), que llegaron á la vez que los buques despachados de la Baja California, y la orchilla descendió de precio, fluctuando entre 32 y 35 £ tonelada. A fines de 1883, subió este artículo á 40 £, precio á que se sostiene actualmente.

La orchilla se empleó en la tintorería desde el tiempo de los romanos, de lo que Plinio hace mencion. Aun se cree que el color púrpura provenia de los líchenes roccella.

Despues de la extincion del Imperio Romano, se perdió el uso de la orchilla. Al principio del siglo XIV un florentino de raza alemana llamado Federigo, que por casualidad habia descubierto en Levante sus propiedades tintóreas, introdujo su uso en Florencia. Federigo llegó á ser el jefe de una familia poderosa Oricellarü, más tarde Rucellarü y Rucellüí. La orchilla se recogia en las costas é islas del Mediterráneo.

A principios del siglo XV se comenzaron á recoger gran parte de los líchenes en las Islas de Canarias, y más tarde en las de Cabo Verde. Los últimos son más ricos en materia colorante, debido á que se les deja tomar todo su desarrollo.

En las costas de Suecia, Escocia, Irlanda y país de Gales, recogian desde tiempo inmemorial el líchen para extraer el color rojo.

Los colores del rojo de aurora, jacinto, cochinilla y demas derivados, se aplican sin mordiente alguno sobre la lana y la seda.

Levantado el campo de los trabajos de exploracion en la parte central de la Península y reunido en Mulegé con los Sres. Ingenieros Baca y Matute, partimos para Guaymas, dejando encomendado en dicho puerto al Sr. M. Baca el cuidado y la conduccion á México de los instrumentos y cajas de rocas y minerales, cuyo estudio tendria que continuar en la Capital, así como el principal

que tenia encargado sobre los estudios geológicos y mineros. Partí para La Paz á terminar los asuntos financieros relacionados con la Comision, yendo en mi compañía el Sr. Matute, para dirigirse por Mazatlan al punto de su residencia (Guadalajara). El viaje á La Paz se hizo en el vapor mexicano "Sonora," en el que debia regresar á Guaymas 15 dias más tarde, para volver al Interior por el mismo camino seguido á la salida. Esto no pudo verificarse así, porque desgraciadamente el vapor "Sonora" se perdió en un fuerte temporal del dia 1º de Octubre de 1884. Aterrador era el estado del Golfo ese dia. Al anuncio natural del mal tiempo, todas las embarcaciones ancladas en la Bahía de La Paz se prepararon á resistirlo. Los botes de las armadas y las pequeñas embarcaciones, volaban á ponerse en salvo. El dia estuvo triste, nublado, el movimiento paralizado, la mar embravecida; la lluvia á intervalos parecia ser la elevacion de las aguas del mar; el viento soplaba con gran fuerza, y el Pacífico era ese dia el reflejo de un Norte, en la costa del Atlántico.

Cesó el huracan, se restableció la calma, y comenzaron á llegar los efectos averiados, recogidos en alta mar, por cuyas mareas se deducia la procedencia: náufragos que habian podido ganar la costa, llevaron la noticia de sus compañeros ahogados y embarcaciones perdidas. Nada del vapor "Sonora;" ninguna noticia.

El regreso á Guaymas tuvo que ser 15 dias más tarde del fijado, en el vapor americano "Newbern." El arribo de este buque se esperaba con ansia en Guaymas, para tener noticias del "Sonora," cuya pérdida se presumia. Anunciado por el vigía estar el "Newbern" á la vista, concurrieron con las autoridades respectivas de aquel puerto las personas interesadas más directamente en la suerte del "Sonora," que con ansiedad necesitaban saber su paradero. Ninguna razon se les pudo dar, más que la de la presuncion de su pérdida, que ya era un hecho. En el mismo vapor "Newbern" habia salido de Mazatlan un dependiente del Sr. Redo, dueño del "Sonora," con la esperanza de encontrar su buque en reparaciones, en La Paz ó en Guaymas.

Hasta este último punto, no habia en la travesía ningun indicio de la suerte que corrió aquel buque. Más tarde se confirmó la noticia de su pérdida, sobre la que no he tenido pormenores.

El consignatario del "Sonora" me informó á bordo del "New-

bern." que mi compañero el Sr. M. Baca permanecia en Guaymas, donde habia sido atacado de la fiebre amarilla, la cual pasó felizmente.

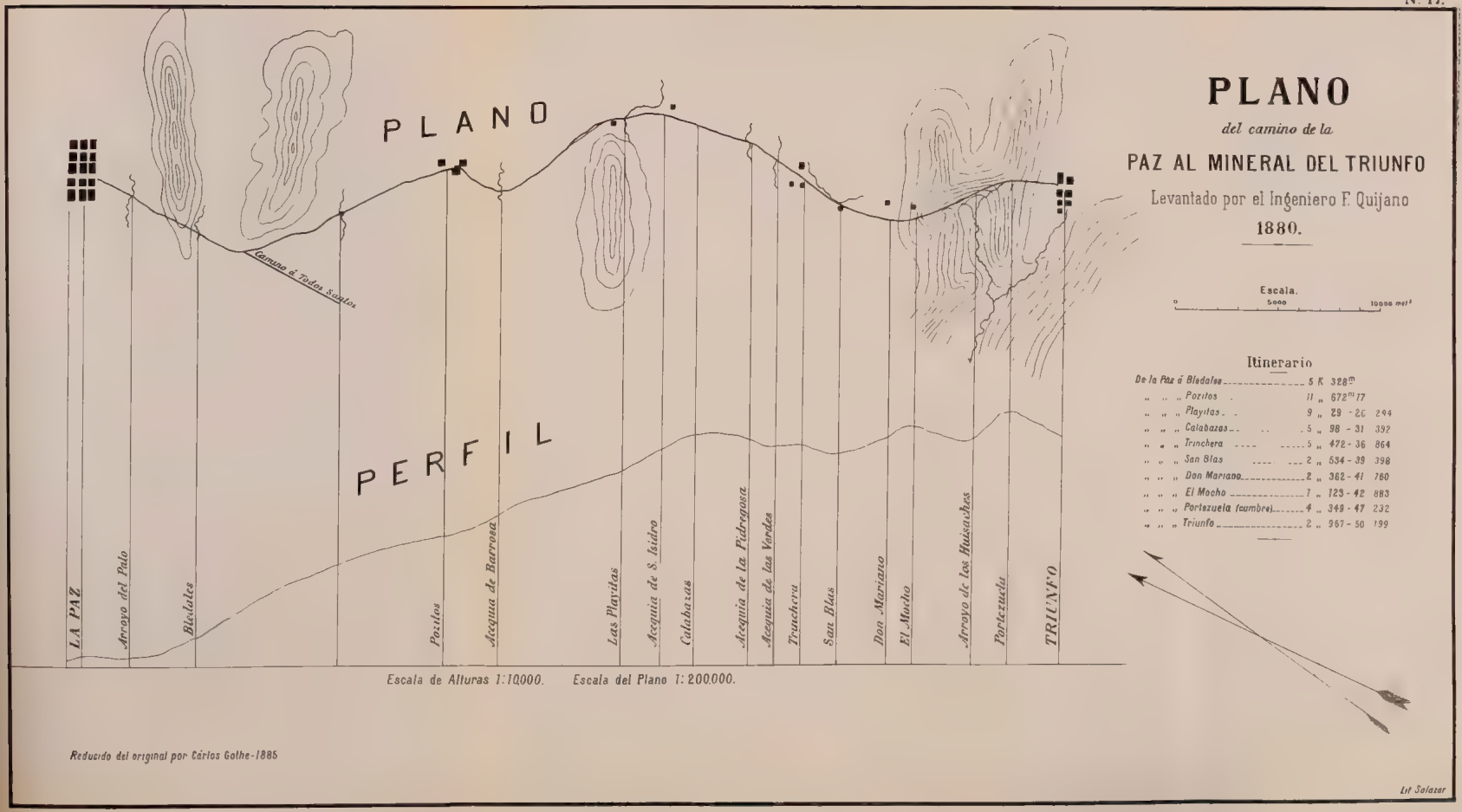
En los dias de mi permanencia en La Paz, aproveché la vez de hacer una rápida exploracion á los Minerales del "Triunfo" y "Cacachilas," para conocer prácticamente aquella formacion geológica y criaderos minerales; de los que tenia ya conocimiento, por la exploracion y estudios de la region austral que hizo el Profesor D. Antonio del Castillo.

Antes de concluir estos trabajos con la referencia de la expedicion al Mineral del "Triunfo," debo dedicar unas líneas al puerto de La Paz, Capital del Territorio, su primera ciudad y Cabecera del Partido del Sur.

Desde la mar presenta La Paz un bello aspecto. En la parte más baja del terreno y en la ribera de la mar está fundada la primera poblacion que se ha ido extendiendo hácia el Oriente, en terreno más elevado.

Las calles de la parte baja son estrechas; las de la parte alta en general, anchas y tiradas á cordel. En la ribera de la mar hay álamos, lo mismo que en algunas calles, formando alamedas. El álamo blanco no se desarrolla demasiado; pero es curioso encontrarlo al nivel del mar á una latitud N., mayor de 24°, lo mismo que á la altura de 2,500 metros y latitud inmediata á los 23° N. Las casas en lo general, son amplias, ventiladas y bien decoradas interiormente. Hay buenos establecimientos de comercio de abarrotes y lencería, surtidos con efectos de gusto y de lujo.

El frente lo tiene la poblacion al Oeste, posicion que le da la entrada de tierra que forma la bahía. Entre los palmeros y el follaje de árboles de los huertos, se destacan los edificios de La Paz, formando un conjunto precioso y ameno, embellecido por muchos molinos de viento, con los que se extrae el agua potable de pozos de más ó ménos profundidad, y con la que se hacen los regadíos. Por el lado del Oeste, desde la distancia de 3 kilómetros se elevan las montañas de ramales secundarios del principal de la Península, que siguen su parte occidental. Al frente de La Paz, y á poco más de un kilómetro, se encuentra una lengua de tierra arenosa (pequeña península), llamada "El Mogote," y en la misma direccion, á cosa de 32 kilómetros, se eleva el ramal oriental de la Sierra.


PLANO
PERFIL
Camino á Todos Santos
LA PAZ
Arroyo del Palo
Bledales
Pozitos
Acequia de Barrosa
Las Playitas
Acequia de S. Isidro
Calabazas
Acequia de la Piedregosa
Acequia de las Vardes
Trinchera
San Blas
Don Mariano
El Mocho
Arroyo de los Huisaches
Portezuela
TRIUNFO
Escala de Alturas 1:10000. Escala del Plano 1:200000.
Reducido del original por Cárlos Gothe-1885
Lit Salazar
PLANO
del camino de la
PAZ AL MINERAL DEL TRIUNFO
Levantado por el Ingeniero F. Quijano
1880.
Escala.
0 5000 10000 mets
Itinerario
De la Paz á Bledales 5 K 328m
" " " Pozitos 11 " 672m 17
" " " Playitas 9 " 29 - 26 294
" " " Calabazas 5 " 98 - 31 392
" " " Trinchera 5 " 472 - 36 864
" " " San Blas 2 " 534 - 39 398
" " " Don Mariano 2 " 362 - 41 760
" " " El Mocho 7 " 123 - 42 883
" " " Portezuela (cumbre) 4 " 349 - 47 232
" " " Triunfo 2 " 967 - 50 199

El clima es caliente y seco. Las temperaturas médias observadas en parte de Setiembre y Octubre fueron:

A 7 a. m.	26°
,, 2 p. m.	35°
,, 9 p. m.	23°
Mínima	22°
Máxima	36°

La temperatura comienza á refrescar luego que sopla el viento del S. O., conocido con el nombre de "Coromuel."

La plaza principal es un jardin; en el costado O., con vista al E., está la casa de Gobierno, amplia y de construccion sencilla y bonita. En ella se encuentran las oficinas de la Jefatura Política, Tribunal de Justicia, Juzgado de Distrito y de 1ª Instancia, Registro Civil, Oficinas del Ayuntamiento, una escuela de niños, la imprenta del Gobierno y otras oficinas. No pude adquirir datos oficiales sobre la instruccion.

En el costado opuesto de la plaza, frente á la casa de Gobierno, está el templo católico, de sencilla, elegante y sólida construccion; su bóveda es de madera perfectamente cortada y trabajada, con sus respectivas penetraciones, revelando la inteligencia del constructor y el buen gusto. El templo está aseado y dispuesto como coresponde á una sociedad culta.

Frente al costado S. de la iglesia está un templo masónico.

Los habitantes de La Paz forman en general una sociedad selecta; la parte ilustrada se distingue por su buena instruccion y educacion, siendo notable encontrar entre las hermosas damas, talentos preclaros que realzan su belleza.

La jardinería y la horticultura constituyen un ramo de recreo y utilidad en La Paz. Sus producciones principales son generalmente las mismas que las del centro: constituye un ramo especial la cosecha de naranja dulce, que se exporta con mucha estimacion para San Francisco California.

En general, la industria de los habitantes del Partido Sur consiste en el comercio, la marina, la pesca de la ballena, el buceo de la perla, la agricultura y la ganadería, que en esta parte del Territorio tienen interes; se dedican tambien á las artes mecánicas, siendo excelentes las construcciones de carpintería de ribera. Las

embarcaciones de poco porte y menores, nada dejan que desear, de las construidas en un astillero. Tambien se emplean en los trabajos de las minas de metales y de sal.

El turista que haga su entrada á la Península por la parte Sur, y sobre todo por La Paz, se forma una idea agradable del Territorio y enteramente distinta de la impresion que se tiene, visitando los desiertos del Centro. Hay vegetacion de hermosos follajes: en las planicies y en la Sierra se encuentra el agua en más abundancia; terrenos bien cultivados y productivos, con cría de ganado vacuno y de una raza hermosa. De La Paz al Mineral del Triunfo hay 46 kilómetros á rumbo; el camino es ameno: pueden tomarse distintas direcciones, ya sea para seguir por el rancho de las "Playitas," ya dando la vuelta por los ranchos de "El Gavilan" y Santa Rita." En este último punto fué donde vi un magnífico ganado; la casa habitacion está edificada sobre granito.

La formacion del Oeste es granítica; granito y diorita. La del Este, los pórfidos traquíticos; todo como lo descubrió en su explotacion austral el maestro D. Antonio del Castillo.

La entrada al Mineral del Triunfo, situado en medio de la serranía y su continuacion por los Minerales de San Antonio y Santa Ana, da á primera vista, por la elevacion de las montañas y su bonita vegetacion, una idea del Real del Monte.

El Mineral del Triunfo está en explotacion por la "Compañía del Progreso." Es el punto donde hay trabajos en forma y en actividad, bien sistemados, perfectamente arreglados, con la maquinaria de vapor suficiente, y de buena, sencilla y sólida construccion, aplicada á cuanto es necesario, como á la extraccion de minerales, desagüe de las minas, molienda, y una magnífica maestranza movida tambien por vapor, con todas las herramientas y útiles de trabajo: sus ferrocarriles interiores y exteriores, bien dispuestos para los usos necesarios, recorriendo al exterior grandes distancias, para comunicar las minas que forman la negociacion.

Las vetas que conocí en la mina del Triunfo que visité, tienen una direccion de 45° N. E.–S. O., y su inclinacion de 45° y ménos; arman en la pizarra; su ancho es de 0m75 á 1m00; los respaldos son flojos, pero en lo general los trabajos están bien sistemados; las minas ventiladas artificialmente en unos casos, y naturalmente

en otros. La fortificacion está bien entendida, hecha de madera; mas á causa de no haberla de buenas dimensiones, los palos son cortos y las excavaciones un poco reducidas. En materia de fortificacion, los antiguos paleros en Fresnillo formaban en su tiempo un cuerpo de ademadores, cuyos trabajos eran notables y sobresalian en su clase á los de otros minerales. (Visto y comparado.) En los "Anales de la Minería Mexicana," hay lecciones de aquellos trabajos por los antiguos profesores de explotacion de la Escuela práctica de Minas y Metalurgía.

La composicion de los minerales se facilita hasta ahora bien, para aplicar el beneficio de lexiviacion, que es el único que se emplea en la negociacion del Progreso. Hay el número de hornos competentes para la reverberacion: á mi paso por el Triunfo, se aumentaba un nuevo sistema de hornos de fierro giratorios, aplicados á la reverberacion, para sustituir los hornos de mesas.

La hacienda tiene el número suficiente de tinas, convenientemente dispuestas para todas las operaciones de beneficio de lexiviacion, y sus hornos, propios para desulfurar la plata, afinarla y fundirla en barras. Todo bien dispuesto y arreglado, demostrando la apariencia del negocio una marcha de regularidad y órden. Mi exploracion por aquel punto, ya en momentos en que indefectiblemente tenia que volver al interior, no me permitió adquirir una suma de datos que estuvieron á mi disposicion en aquella empresa, y tuve que conformarme con obtener el conocimiento de lo poquísimo que pude examinar, para consignarlo, como lo hago, en confirmacion de que el Territorio que permite desarrollar empresas mineras tan cuantiosas como la del Triunfo, cuya region mineral se viene explotando hace tanto tiempo con éxito, invita á la inversion del capital, con datos confirmados para un trabajo fructuoso.

A inmediaciones del Triunfo pude conocer las cañadas y terrenos auríferos del vallecito del Rosario y de la Hacienda del Oro. Las tierras recogidas en esos lugares ensayaron $ 10 por tonelada.

En la época de las aguas se dedican á lavar en bateas, y algunas exploraciones se han hecho ya en aquellos terrenos, dando noticias de regulares productos. De uno de los ranchos inmediatos al Rosario fuí acompañado de un gambuzino: en uno de los arro-

yos inmediatos habia agua corriente y se lavaron dos bateas de arenas, que produjeron oro cuya cantidad podia estimarse en 25 cs. La procedencia de este oro es de vetas auríferas no distantes de aquellos terrenos.

Siguiendo por los Minerales de San Antonio y Santa Ana, se puede hacer la travesía directa para Cacachilas; pero el camino es montuoso, y es preferible seguir por el pintoresco y fértil rancho de Tescalama, en direccion á la costa del Golfo, hasta la Bahía de la Ventana, frente á la Isla de Cerralvo. De este punto de la Costa sigue un camino por el monte, ascendiendo á la Costa de Cacachilas, fértil, de rica vegetacion. Cacachilas es un Mineral de importancia, abandonado por la falta de espíritu minero. Las vetas son más angostas que las del Triunfo, su máximo de anchura 0m40; arman en el granito; corren con rumbo entre 22° y 45° N. E.; sus minerales son compuestos de silicatos, carbonatos de cobre y galena, en matriz de cuarzo aurífero y espato calizo.

Existen maquinarias incompletas, que unas funcionaron y otras no llegaron á armarse, para los trabajos que se han intentado en aquellas minas, y que la falta de cálculo ó alguna otra circunstancia, han hecho abandonar despues de emprendidos.

Se comprenderá que sólo ligeros apuntes doy de esta region que ya estudiada y dada á conocer por el Sr. Castillo en su estudio, se puede ver cuanto se refiere á la parte clásica de la formacion y criadero mineral; habiendo sido mi objeto al conocer prácticamente alguna parte de esa region, hacer las apuntaciones de lo poco nuevo ó variado que se encuentra en la actualidad, dando idea de lo que hay ó se ha querido hacer; como por ejemplo, indicacion del sistema actual de beneficio en el Triunfo.

El camino sobre la formacion granítica de Cacachilas, atravesando la Sierra, hasta bajar el gran arroyo de los Dinoramas para volver á La Paz, es accidentado; no es tan fragoso como el de la region central.

El paisaje es ameno, y al contemplar esos puntos, se forma una idea muy distinta de la que se tiene con el aislamiento y los extensos desiertos del Partido del Centro.

El viaje á estos lugares pude hacerlo con toda comodidad, llegando á los puntos poblados y de mejores recursos, debido á ser acompañado en la excursion por mi inteligente amigo el Sr. D.

Rodolfo Gibert, que popularmente conocido en una gran extension del Territorio, se le recibe y atiende como merece, disfrutando yo los beneficios de su compañía, é instruyéndome con sus conocimientos de la localidad.

CONCLUSION.

El descubrimiento de los Placeres auríferos de Calamahí, en la Baja California, llamó justamente la atencion del Gobierno General, y determinó su estudio, por el cual se ha procurado darlos á conocer, lo mismo que la Region Central donde se encuentran. Las disposiciones gubernativas tenian por mira la total exploracion del Territorio, que por circunstancias extraordinarias ha permanecido como el último rincon de México. Por circunstancias extraordinarias tambien no pudo realizarse en su totalidad aquel propósito, y se aplaza aún el completo conocimiento de un lugar que no tardará mucho en ocupar la elevada grada que le corresponde en la escala social.

La faja de tierra que forma la Península, con una longitud de 1257 kilómetros, y una latitud média de 134 kil., está, como se sabe, bañada en ambas costas por los mares que en algunos puntos se descubren desde las mayores alturas de sus montañas, como aprisionándola entre sus aguas. En éstas se encuentran los animales que dan preciosos productos para la alimentacion y para las industrias fabril y manufacturera, lo mismo que para satisfacer los caprichos de la moda y el lujo.

En la extension de ambas costas y en algunas islas, hay minas de sal. En la Isla del Cármen se tiene la mejor del Territorio; y se habla con variedad de los útiles y variados productos que pueden utilizarse en las otras islas de aquellos mares.

La configuracion de ambas costas determina puertos, bahías, y ensenadas que pueden facilitar el comercio de altura y el de cabotaje para la cómoda importacion de los artículos necesarios pa-

ra la vida que no haya en la Península, lo mismo que para la exportacion de lo que sea conveniente y necesario.

Extendido el reconocimiento por el buceo al fondo de los mares, es posible encontrar en ellos las políperas del precioso coral y la clase de los espongiarios, que constituirán otros elementos de vida y riqueza.

Las buenas vias de comunicacion por tierra á lo largo de la costa occidental de la Península, y á su través entre ambos mares sin tocar la parte fragosa de la sierra, son posibles.

El completo conocimiento del Territorio en toda su extension, confirmará que en él se encuentran ricos criaderos minerales de oro, plata y cobre, y otros que por la exploracion pueden descubrirse.

Los minerales de la region austral, como son los de San Antonio y el Triunfo, con los nuevos de Santa Catarina que últimamente se están descubriendo en San José del Cabo; los que se explotan en la region de Norte en el Real del Castillo, inmediatos á la línea divisoria con los Estados Unidos, y los de la region central, de que se da cuenta en este Informe, son más de dos puntos que marcan la direccion de la línea ó zona metalífera, sin soluciones de continuidad, demostrando que en todo el Territorio se puede hacer una fructuosa explotacion de minerales preciosos.

En las rocas del terreno se encuentran buenos y abundantes materiales de construccion y de ornato.

En los vegetales que se producen en aquella tierra, ya se ha visto la riqueza de la orchilla; en la region central no hay maderas de construccion, pero sí se conocen en la austral, de donde se remitieron bellas muestras á la Exposicion de Nueva Orleans. Abundan las plantas cuyos ricos productos dan tan buenos elementos para utilizarse en la medicina y en la industria, ó ya tambien para proporcionar alimentos á las gentes y á las bestias.

La tradicion de la alimentacion de los aborígenes se ha conservado, y algunos habitantes de la region central se preocupan poco del trabajo, porque los animales de caza, los de pesca y la fruta pasada por sustancia sacarina que contiene, les dan una nutritiva alimentacion.

El suelo, cultivado, dará los mejores productos propios e aquella zona.

El clima, apropiado para los habitantes de cada region del globo, será benéfico para los colonos que de zonas semejantes busquen en el trabajo las comodidades del mejoramiento social.

No se tendrá dificultad para tener cuanta agua se necesite para los usos domésticos y para los establecimientos industriales; y si no hay la bastante para emplearla como motor, hay medios para suplir su falta.

Aquella region, desierta, deshabitada en su mayor parte, le pide al hombre el concurso de sus elementos materiales é intelectuales para darle sus ópimos frutos.

Las dificultades que á primera vista parecen presentarse, se vencerán más fácilmente con concesiones del Gobierno, amplias, benéficas y efectivas, que sean un estímulo para la inversion del capital.

Es tiempo de explotar las riquezas que la Península contiene en su superficie, en sus entrañas y en sus mares. Muchas están á la vista, otras buscándolas se encontrarán, á pesar de la apariencia estéril é improductiva del terreno que las contiene.

Dignos de mejor suerte aquellos habitantes, que han tenido la fortuna de conservar su nacionalidad en el suelo que encierra la continuacion de las riquezas de la Alta California, moran pobremente sobre una tierra cuyas valiosas é interesantes producciones deben darles con el trabajo su engrandecimiento y prosperidad.

ADICION.

El estudio Geológico-Minero que bajo la forma de cuestionario señalé al Sr. Ingeniero Eduardo Martínez Baca, para presentar lo más completo posible el resultado de los trabajos de la Seccion correspondiente de la Comision, encargada de ellos en los Placeres auríferos de Calamahí, concertando los puntos de diferencia que pudiera haber, despues de ilustrarlos con la discusion; no pudo tener su verificativo por las circunstancias que dí á conocer en que se encontró la Comision al dar punto á sus operaciones en el Territorio de la Baja California.

Más tarde no ha habido ni tiempo ni lugar para aclarar las apreciaciones de cada uno de los Ingenieros, por haber rendido su Informe el Sr. Martínez Baca cuando le fué posible y ya que estaba concluido el Informe general conforme á las notas, datos y estudios del terreno, y no ser posible estudiar juntos los puntos de diferencia, por la distancia á que nos encontramos en las localidades en que cada uno reside; mas debiendo por una parte dar cuenta del resultado de los trabajos de cada uno de los Ingenieros que formaron la Comision, como lo hice en el cuerpo del Informe, y faltando considerar, por las razones expuestas, una parte de los encargados al Sr. Martínez Baca, doy cuenta con ellos al llegarles su vez, siéndome satisfactorio encontrarlos con apreciaciones clásicas que revelan el empeño y dedicacion del Ingeniero á quien pertenece y con cuya cooperacion se honró la Comision.

Zacatecas, Abril de 1885.

JOQUIN M. RAMOS.

PUNTOS GENERALES DE ESTUDIO DE LOS PLACERES AURÍFEROS DE CALAMAHÍ, PARA EL SEÑOR INGENIERO EDUARDO MARTÍNEZ BACA.

1. Extension del terreno estudiado.
2. Extension de los Placeres.
3. Descripcion Topográfica, puntos notables.
4. Formacion del terreno, rocas que lo componen, su disposicion y edad relativa.
5. Vetas y mantos que haya en el terreno.
6. Sistema de vetas, calidad y clase de minerales explotables que contienen sus acompañantes, direccion média, inclinacion, potencia, disposicion de unas vetas con relacion á otras.—Hilos.
7. Oro.—Localidad donde se encuentra, circunstancias que han determinado su colocacion ó disposicion en el terreno. Pepitas rodadas, chispas entre las arenas y entre y debajo de conglomerado.
8. Tierra vegetal, detritus que la forman.
9. Vegetacion actual, agua, pozos comunes, cantidad de agua para las necesidades comunes en la poblacion y en los trabajos de mayor ó menor extension.
10. Pozos artesianos, su probabilidad y posibilidad.

INFORME

SOBRE LOS

PLACERES AURÍFEROS DE CALAMAHÍ

(BAJA CALIFORNIA)

Presentado por Eduardo Martínez Baca
al Sr. Ingeniero D. Joaquin M. Ramos, Jefe de la Comision Exploradora
de la Baja California.

México, Marzo de 1885.

Sr. D. Joaquin M. Ramos.

Muy señor mio:

Cumpliendo con la órden que recibí de vd. de presentar un Informe de los placeres auríferos de Calamahí (Baja California), segun un cuestionario que acerca de dichos Placeres vd. me puso, hoy le dirijo el presente Informe como resultado de mis estudios. Deseo solamente que éste sea de su aprobacion, suplicándole disimule mi tardanza en presentarlo; pero á vd. le consta que causas independientes de mi voluntad me obligaron á no dar el debido y oportuno cumplimiento.

Mas ántes de dar principio, creo de mi deber hacer una aclaracion. Los puntos de que consta el cuestionario que vd. me puso son diez, pero al darle contestacion, creí que unos podian comprenderse en otros, y así lo hice poniéndolo en su conocimiento; esto fué de su aprobacion, pues así lo da á entender en su grata que de Zacatecas me dirigió y donde me hablaba del Informe;

además, personalmente hablamos sobre el particular, y vd. tuvo la bondad de permitirme redujera los puntos del cuestionario. En tal virtud, queda dicho cuestionario del modo siguiente:

1. Extension del terreno estudiado.
2. Descripcion topográfica del terreno. Puntos notables.
3. Formacion del terreno, rocas que lo componen, su disposicion y edad relativa.
4. Vetas, clases de minerales que contienen.
5. Placeres de oro, su extension, localidad donde se encuentran.
6. Vegetacion actual, agua, pozos comunes.
7. Pozos artesianos, su posibilidad ó probabilidad.

Me iré ocupando sucesivamente y por su órden, de cada uno de los puntos.

EXTENSION DEL TERRENO ESTUDIADO.

Verdaderamente puede decirse que dos son las extensiones del terreno estudiado, por haber sido objeto cada una de éstas, de estudios diferentes, ó mejor dicho, aunque en ambas se hicieron los mismos estudios, las circunstancias especiales de ellas hicieron predominara en esta clase de trabajos cierto estudio. En una fué el mineralógico y en otra el geológico.

La primera se refiere al estudio hecho de la region metalífera, en la cual están comprendidos los placeres auríferos denominados de Calamahí; de ésta se levantó un plano topográfico, abarcando una extension de 250 kilómetros cuadrados: la triangulacion de éste, corre de N. W. á S. E., encontrándose en el centro el campo de la Aurora, donde estableció la Comision su campamento, y el que se tomó como punto de partida para todas las operaciones y descripciones hechas del terreno. Dicha triangulacion no comprende toda la region metalífera existente en esta parte del Territorio, sino que ella se extiende, segun se tienen noticias, hasta más allá de San Borja, comenzando desde la mision de Santa Gertrudis; la primera poblacion dista de los Placeres 60 leguas próximamente hácia el N. W., y la segunda 12 al S. E.

La Comision procuró que en este trabajo de Topografía quedaran comprendidas todas las cañadas auríferas que hoy se explotan y son las que constituyen los Placeres en Calamahí.

Los estudios geológicos no se limitaron solamente al terreno comprendido en la triangulacion, sino que se extendieron sobre mayor superficie, llegando hácia el Norte hasta el cerro de San Luis que dista 7 leguas del campo de La Aurora: en general la Comision procuró llevar sus estudios más allá de los límites de la triangulacion, procurando en sus viajes hacer estos trabajos y deteniéndose siempre en aquellos lugares que presentaban alguna dificultad: por tal razon, no se puede fijar con exactitud, más que la extension comprendida en los trabajos de Topografía, y de la cual tengo que hablar, solamente, segun las indicaciones de vd.: los demas estudios han sido verdaderamente de comparacion, pero me ocuparé siempre de ellos si necesario fuere.

DESCRIPCION TOPOGRÁFICA DEL TERRENO.

PUNTOS NOTABLES.

La Baja California forma en el Océano Pacífico una Península alargada que se extiende paralelamente á la costa de México, teniendo una longitud como de 1,300 kilómetros; su ancho medio de 125, siendo su direccion de 28° N. W.; sufre estrechamientos en algunas partes y ensanchamientos en otras: á los 24° 10′ y perpendicularmente al eje de la Península está el mayor estrechamiento, y cerca del paralelo 28° está el mayor ensanchamiento.

Esta lengua de terreno es bastante montañosa y árida, presentando una cadena central ó más bien una serie de cadenas dispuestas segun su alargamiento, teniendo los mismos ensanchamientos y estrechamientos que la Península, y forman orográficamente la continuacion de la Sierra Nevada de la Alta California. Algunos competentes en la materia aseguran que el eje de la Península, orientado segun el rumbo que acaba de decirse, es la continuacion del arco del círculo máximo que desde el monte Shasta determina el eje de la Sierra Nevada hasta San Bernar-

dino. Pocas cadenas existen de tan gran desarrollo, y este levantamiento se nota, segun aseguran autoridades ya citadas, en una extension de 2,400 kilómetros; si en toda ésta se notan las mismas particularidades que en la parte estudiada por la Comision en los Placeres de Calamahí, no hay duda que es muy digna de atraer toda la atencion de los observadores, no sólo bajo el punto de vista topográfico, sino sobre todo por su constitucion geológica y mineralógica que ofrece en toda su longitud concordancias admirables.

No siendo el objeto del presente trabajo hacer un estudio de la Baja California, para lo cual no tengo los suficientes conocimientos, y sí el hacerlo de la region aurífera de los Placeres de Calamahí, me concreto á hablar puramente de éstos.

La configuracion del terreno comprendido en el plano topográfico, no es la misma en toda su extension; hácia la parte Sur y Este, puede decirse que es verdaderamente accidentado; la parte Norte y Oeste es poco, sobre todo, la que está situada al N. W. del campo de La Aurora que, como acaba de decirse, es el que se tomó por punto de partida para toda clase de trabajos: á este rumbo está situado un valle casi cerrado en el cual se midió la base de la triangulacion; tiene una extension de 100 kilómetros cuadrados próximamente, y aun cuando no es del todo cerrado, sino que hay un arroyo que le llaman cañon de salida al Poniente del valle, y por el cual se desagüa éste, es muy estrecho y no da por lo mismo pronto curso á las aguas que se depositan en él: esta circunstancia es causa de un hecho que debe tener lugar en las grandes inundaciones habidas en este valle, y cuyos resultados, de los que se hablará en otra parte de este Informe, pueden ser muy benéficos á las malas condiciones que hoy guarda aquel lugar con respecto á la escasez de agua: me refiero á la gran absorcion que debe haberse verificado en otro tiempo, segun lo manifiesta el aspecto del terreno.

Un simple exámen de este Valle da á conocer inmediatamente lo que se acaba de decir, y además, la depresion en algunas partes del terreno y la gran flojedad de él, acusan desde luego la existencia de lagunas interiores, las que probablemente se habrán formado por haber estado durante algun tiempo represa el agua por tener tan estrecha la salida, y la que debe haber desapareci-

do, parte por absorcion y parte por evaporacion. Encuéntrase tambien dicho valle cruzado por diferentes arroyos, pero son insignificantes y concurren todos al de salida, lo cual no ha de haber contribuido mucho para su mayor desagüe y sí para la formacion de estos depósitos interiores de agua: mas no son los únicos debidos á la configuracion del terreno; al N. E. de La Aurora, extendiéndose hasta el Este, existe otro valle unido al anterior por una ligera interrupcion que sufren las pequeñas montañas que corren del N. al E.; encuéntranse igualmente en él grandes depresiones que permanecen llenas de agua aun tiempo despues de haber llovido, así como una especie de fosas llamadas "Bateques" por los habitantes de la localidad: todos estos depósitos, segun se acaba de decir, permanecen ocupados por las aguas durante algun tiempo, la que al fin desaparece debido á la evaporacion y á la absorcion. Desgraciadamente las lluvias en la Baja California son sumamente escasas, pues no falta habitante de aquellos lugares, que asegure haberse pasado hasta ocho y diez años sin que caiga una sola gota de este líquido tan necesario para la vida, y cuya falta es de tan graves consecuencias en todos sentidos.

El último valle de que me acabo de ocupar, es ménos cerrado que el anterior, pero sus lagunas son tal vez de mayor extension y profundidad; ambos valles se encuentran cercados por los ramales de montañas que se desprenden del sistema principal que recorre toda la Península en su mayor longitud, ramales que despues de varias inflexiones vuelven á unirse á la cadena general para continuar con su direccion. Uno de estos puntos de union, llamémosle así, está en el cañon de salida, nombre que le viene á este arroyo por prestar salida fácil de los Placeres á la costa del Pácifico, camino al puerto de Santo Domingo; pues una vez pasado dicho cañon, se encuentra una gran planicie que se extiende hasta la costa hácia el Poniente, continuando la serranía al N. W.; porque como se sabe, la direccion general de la Península es de N. W. á S. E. Al Norte del campo de La Aurora, por los cerros más bajos de la serranía, se encuentra una salida fácil para el Golfo de Cortés, camino al puerto de San Francisquito, y al S. W. del mismo campo hay otra para la costa del Pacífico, camino al puerto de Ojo de Liebre; así es que los Placeres de Calamahí

pueden estar comunicados con los dos mares sin ninguna dificultad.

Entre las alturas de la serranía de que ya se ha hablado, no podrá citarse ninguna que sea notable por su gran elevacion, pero sí hay algunas que llaman la atencion con respecto á su formacion; de éstas se hablará al tratar de la del terreno, y como tendrán que figurar algunos vértices de la triangulacion, pongo á continuacion la lista de todos ellos con sus alturas absolutas y relativas, tomadas con aneroide, así como la composicion, advirtiendo que, aun cuando en el plano topográfico existen otros puntos al parecer vértices, éstos son cerros fijados por intersecciones, pero no vértices de triángulos. Los puntos A y B son los extremos de la base que corre de N. E. á S W.

	Altura absoluta.	Altura relativa.	COMPOSICION.
	m.	m.	
Vértice *C.* un extremo Mesa del Pozo	322	80	Traquita (algo alterada).
„ *D.*	396	150	Basalto.
„ E.	388	150	Pórfido diorítico.
„ F.	397	170	Basalto y diorita.
„ G. Cerro de Enmedio	600	300	Granito granatífero y pizarra.
„ H. Está en el Valle			La misma que la del valle.
„ I. „ „ „ „			„ „ „
„ J. Otro extremo Mesa del Pozo	322	80	Traquita algo alterada.
„ K. Mina Flor de Mayo	327	200	Roca verde compacta y pizarra.
„ L. pequeño levantamiento del valle.			La misma que la del valle
„ M.	500	240	Granito, gneiss, feldsite y pizarra.
„ N.	337	80	Roca verde, caliza y pizarra.
„ Ñ.	404	110	Pórfido diorítico, pizarra y caliza.
„ O.	400	100	Pórfido, pizarra, clorita y talcosa.
„ P. Cerro Colorado	550	250	Pórfido y pizarra.

Por lo expuesto se ve que el punto más notable por su elevacion es el cerro de Enmedio, y tambien presenta otras particularidades en cuanto á su formacion; con respecto á esto último, podrá citarse tambien la Mesa del Pozo, como se verá en su lugar correspondiente. El cerro Colorado debe mencionarse en seguida no sólo por su elevacion, sino por la circunstancia que desde su cima se ven perfectamente bien los accidentes del terreno en una

gran extension, y un reconocimiento hecho desde esa altura da muchas luces para los estudios subsecuentes. Al hablar de la formacion geológica del terreno, procuraré tocar ú ocuparme del mayor número que me sea posible de estos vértices, así como de otras alturas que reconoció la Seccion encargada de estos trabajos, las que tambien presentan sus particularidades notables en el sentido geológico.

FORMACION DEL TERRENO,

ROCAS QUE LO COMPONEN, SU DISPOSICION Y EDAD RELATIVA.

En el párrafo anterior, al hablar de la configuracion del terreno, pretendí dar una idea general del de la Península de la Baja California: incurriré ahora en la misma pretension con respecto á su formacion, y procuraré ser conciso en esta idea general.

Las rocas dominantes en la formacion de la Península son las rocas volcánicas, y éstas ocupan superficies considerables, dando á este suelo un aspecto de aridez y desolacion; vista desde las costas, la Baja California es una verdadera tierra de fuego, aun cuando sus volcanes hace siglos están extinguidos; de aquí le ha venido el nombre de California, que significa horno de cal, segun unos, tierra ardiendo segun otros.

El granito constituye el centro de las cadenas de montañas en la Baja California, y forma, por decirlo así, el espinazo de este cuerpo alargado; en varias partes, sobre la vertiente Oeste, las pizarras aparecen acompañadas de placeres de oro; los pórfidos metalíferos ocupan ciertas regiones de la vertiente Este, y en ellos se encuentran ricas vetas metalíferas: el volcan de las Vírgenes, situado en la costa del Golfo de Cortés, parece haber sido el centro más importante de este movimiento. Las rocas que están en relacion con el sistema granítico, son las pizarras pasando á las variedades de talcosa, arcillosa y otras, siendo el punto más elevado de este movimiento el cerro del Gigante, situado cerca de Loreto en la costa del Golfo de Cortés; su altura, segun D. Miguel Constanzo, es de 1,388 metros.

Hablemos ya de los Placeres de Calamahí: éstos se encuentran á la latitud de 28° 5′ 4″ 235 y en una de las diferentes bifurcaciones que presenta el sistema general de montañas que recorre la Península: el aspecto que presenta esta zona estudiada, así como casi toda la Baja California, revela haber sido teatro de varios movimientos geológicos, siendo el principal el ser surgido de las aguas del mar; restos de animales marinos encontrados en las cañadas, rocas sedimentarias que no pueden ser más que de orígen marino y grandes bancos de conchas fosilificadas, han demostrado hasta la evidencia este aserto. La formacion del terreno en la zona metalífera estudiada, en su mayor parte es eruptivo, encontrándose hácia la parte Norte montañas de granito que se extienden hasta la Mision de Santa Gertrudis, distando esta última del campo de La Aurora 12 leguas al S. E., segun se dijo anteriormente: las montañas del Sur son pórfido y basalto: al E. y O. se encuentra una ú otra de estas formaciones, segun sea que las montañas Norte ó Sur se acerquen ó se alejen de dichos puntos; los extensos valles de que ya se ha hablado, se encuentran comprendidos en este bifurcamiento que presentan las montañas.

La formacion granítica continúa extendiéndose hácia el Norte, hasta más allá del aguaje de las Palomas (á 5 leguas del campo de la Aurora), sin interrupcion ninguna, continuando despues con algunas ligeras interrupciones de formacion porfídica hasta el cerro de San Luis, punto donde llegaron las exploraciones de la Seccion encargada de estos trabajos hácia dicho rumbo y que dista del citado campo de 7 á 8 leguas: dicho cerro de San Luis, que está á la altura de 650 metros sobre el mar y 200 sobre el valle, tiene la particularidad que la mitad es de pórfido y la otra mitad de granito, siendo de aquel los dos picachos que sobresalen, los cuales tienen una seccion casi circular y están cortados á pico por todo el rededor, teniendo los acantilados del mayor una altura próxima de 25 á 30 metros, y los del menor de 8 á 10, siendo por tal razon inaccesibles para la subida, calculándose por esto aproximadamente su altura. En las interrupciones porfídicas que hay entre la formacion del granito y de las que me acabo de ocupar, se encuentran capas de caliza, algunas colocadas sobre el granito y otras sobre el pórfido, habiendo además en algunas partes

sobre aquel, terreno de acarreo (conglomerado puding), descubriéndose éste perfectamente bien en los arroyos que están ántes de llegar al cerro de San Luis: al pié de éste pasa tambien otro arroyo por el cual corre el agua, y segun aseguran los conocedores del lugar, ésta aun cuando se escasea un poco en los meses de mucho calor, nunca llega á faltar: segun parece, dicho arroyo viene desde Santa Gertrudis, pues por él está el camino para los que vienen de San Borja y hacen estacion en Santa Gertrudis, por lo cual creo muy probable que el agua que corre por el arroyo de San Luis son derrames de los veneros que hay en esta última Mision.

Por la disposicion y colocacion que guardan entre sí el pórfido y el granito en el cerro de San Luis, se deduce que la aparicion del granito fué muy posterior á la del pórfido; en la aparicion de aquel, éste último fué levantado quedando al mismo tiempo colocado sobre él: las acciones atmosféricas vinieron despues á obrar sobre el pórfido descomponiéndolo; desmoronándose éste á concuencia de la descomposicion, fué desapareciendo poco á poco hasta quedar reducido el pórfido á los dos picachos de que ya me ocupé y los que no cabe duda desaparecerán tambien con el tiempo: esta particularidad se nota solamente en la parte en que se ve el pórfido depositado sobre el granito; pues ántes he dicho que el cerro de San Luis está formado de estas dos clases de rocas.

La parte comprendida entre el sistema de montañas que limitan la triangulacion, está compuesta de terreno sedimentario, sobre todo en la parte que está hácia el Este del campo de la Aurora. En lo general, este terreno se nota en toda la extension estudiada, siendo más perceptible en unas partes que en otras; al Norte las capas de pizarra han sido levantadas y resquebrajadas por el granito; al Sur lo han sido por el pórfido y el basalto. En mi concepto, toda esta extension de terreno fué sedimentario; diversos procesos geológicos han hecho aparecer las rocas ígneas dislocando y resquebrajando aquel; así es que la pizarra se encuentra en todas: en las cañadas auríferas se nota tambien que despues de haber quitado el terreno de acarreo que las aguas han depositado allí, aparecen las capas de pizarra en distintas direcciones: estas observaciones que son un hecho, así como el encuentro de huesos de animales marinos en las cañadas, y los grandes

depósitos de conchas fósiles que segun se dijo anteriormente existen en algunas partes de este Territorio, son pruebas irrefragables de que en un tiempo fué ocupada por los mares la Península. Podria combatirse esta conclusion diciendo que no sólo en el fondo de los mares ó en lugares ocupados por éstos en otro tiempo se encuentran rocas sedimentarias, sino tambien en el fondo de los lagos; aunque esto es un hecho, no es un argumento que destruya la conclusion anterior: en primer lugar son distintas las rocas sedimentarias de estos últimos de las que se forman en el fondo de los mares, y en segundo, no es solamente la accion de las aguas las que han formado las rocas de que se acaba de hablar, sino tambien ciertas acciones químicas ayudadas de una gran presion, y en la generalidad de los casos, la mayor profundidad de los lagos no iguala á la menor en los mares, siendo por tal razon mucho mayor la presion verificada en el fondo de éstos, aun cuando sea relativamente corta su profundidad, que la verificada en el fondo de los lagos, por grande que sea la profundidad de ellos; además, hay tambien que tomar en consideracion los restos de animales marinos.

En una palabra, siendo las rocas sedimentarias las formadas por el agrupamiento ó union de minerales cristalinos, proviniendo éstos de una solucion acuosa ayudada de una fuerte presion, ó bien formadas dichas rocas por un depósito mecánico de agua, yo creo que el primer procedimiento da lugar á la formacion de rocas sedimentarias en el fondo de los mares, siendo el segundo el exclusivamente encargado de formarlo en el fondo de los lagos y rios: ambas rocas es fácil distinguirlas en el terreno, y más si se tiene algun conocimiento de su formacion.

En los Placeres de Calamahí se encuentran distintas variedades de pizarra, y esto es debido á que tambien fueron diferentes las soluciones acuosas, dependiendo éstas de la naturaleza de las rocas que ha atacado el agua: se nota tambien que unas capas son enteramente trasversales á otras, sin que haya por esto dislocacion ninguna, es decir, que la pizarra cortante (llamémosla así) no desvia de su direccion á la cortada, sino que ésta se encuentra siguiendo el mismo rumbo y casi en el mismo plano, despues de haber pasado el banco interpuesto de aquella, cosa que no pasa, por ejemplo, en las vetas, en las que si una es cortada ó atravesa-

da por otra, las partes de aquella sufren un dislocamiento, desviando á un lado ó á otro la parte separada, desviacion que en algunos puntos ha llegado á algunos centenares de metros, siendo este caso el de más difícil solucion cuando los crestones no salen al exterior, en atencion á que hay que hacerlo con todo acierto, para evitar gastos inútiles.

Esta particularidad que acabo de citar en las pizarras, es debida, en mi concepto, no sólo á los diferentes movimientos geológicos que las han sacado de su horizontalidad para dar á sus capas la posicion más ó ménos inclinada que tienen, y las más duras cortar á las más blandas, sino que tambien las corrientes submarinas han cooperado á esta disposicion, colocando las diferentes capas de modo que más tarde vinieron á tomar la colocacion que hoy tienen unas con respecto á otras: las corrientes submarinas no siguen todas la misma direccion, y tal vez formada ya una capa de pizarra, ésta fué atravesada por otra corriente que dió lugar á la formacion de nuevas capas de distinta composicion, viniendo despues algun movimiento geológico que les dió la disposicion de que acabamos de hablar. Como un ejemplo, citaré las cañadas auríferas de los Placeres de Calamahí: segun se dijo ántes, el fondo de éstas es pizarra, su clase talcosa; dichas cañadas se encuentran atravesadas en trechos más ó ménos grandes, por capas de pizarra cuarcífera compacta (pizarra arcillosa), presentándose ésta en bancos de mayor ó menor espesor: pasando éstos, se vuelven á encontrar, siguiendo la cañada, capas de pizarra talcosa idénticas á las anteriores; y cuando el banco es algo delgado, parece que las capas de uno y otro lado no son más que la continuacion respectiva.

Estos bancos son sumamente buscados y estimados por los gambuzinos, porque en ellos es donde se encuentra el oro en más abundancia y en piezas grandes; éstas se depositan en la línea que determina la pizarra arcillosa al cortar la talcosa; es decir, en el lugar en que éstas dos se cruzan. (A éste dan los gambuzinos el nombre de "canal del oro.") Esta particularidad es fácil de explicarse, porque la pizarra talcosa se descompone más fácilmente por la accion del agua, que la arcillosa, dando esto por resultado diminucion de altura en sus capas, por el deslave constante de las aguas, miéntras que los bancos de pizarra arcillosa más resis-

tentes á la accion de este fluido, no sufren tanta alteracion; así es que éstos vienen á formar un reborde contra el cual chocó el agua cuya corriente sufrió una retencion, quedando allí depositadas en su mayor peso las partículas de oro que traia en su acarreo ó en suspension. Este canal tiene de largo el ancho de la cañada, y hácia la parte de en medio, es donde se encuentran las mayores piezas de oro, estando el fierro en todo el largo del canal. Generalmente este metal se encuentra en toda la extension de las cañadas auríferas, pero éste es en poca cantidad y extremadamente fino, notándose que va aumentando en cantidad y en espesor á medida que los trabajos se acercan á alguno de estos rebordes.

En las capas de pizarra se nota que no todas tienen la misma inclinacion; algunas son casi horizontales, miéntras otras son bastante inclinadas; estas últimas son las que se ven en las cañadas, y las otras en los pozos que han abierto en los Placeres con objeto de surtir de agua á los habitantes de aquel lugar: en dichos pozos se ve tambien á qué profundidad se encuentra la pizarra y el espesor que tiene, siendo éste de 5.50 á 6 metros, y aquella de 35 á 40: inmediatamente arriba de dicha roca está una capa de arcilla desmoronadiza, sigue despues una de caliza, y en la parte superior están las arenas y otros materiales de acarreo. En los dos pozos que han abierto, y á los cuales bajé, se nota la misma formacion, y distan entre sí próximamente 6 kilómetros: los valles de que ya he hablado, están formados de estas arenas acarreadas, las que son porfídicas ó graníticas, y en algunas partes de las dos: esta circunstancia da lugar á una particularidad que se nota en la vegetacion, y de la que en otra parte hablaré: la capa de caliza que está inmediatamente abajo de estas arenas, se nota perfectamente en algunos arroyos que van á unirse al cañon de salida, y en los cuales se ve tiene hasta un metro de espesor.

En conclusion, la pizarra se encuentra casi en toda la extension estudiada, pues como se habrá visto al hablar de la composicion de los vértices, en el párrafo anterior, casi todos contienen esta roca: entre el Cerro Colorado y el Campo de la Aurora se ven pequeños cerros en su totalidad de pizarra; en algunas partes se ven delgadas capas de caliza depositadas sobre dicha roca, y aun el mismo Cerro Colorado está compuesto de ésta y pórfido, encontrándose tambien entre estas capas de pizarra otras muy delgadas

de caliza, las que probablemente fueron levantadas con ella cuando la aparicion del pórfido; así es que las rocas dominantes en esta zona de los Placeres de Calamahí, son las sedimentarias y eruptivas, siendo aquella la pizarra en distintas variedades y éstas el pórfido, el basalto y el granito, tambien en algunas de sus diferentes clases.

En cuanto á su disposicion, hemos visto que al Norte está el granito, al Sur el pórfido, al Oriente y Poniente una ú otra de estas últimas, segun que las inflexiones de las montañas graníticas ó porfídicas se acerquen ó se alejen de dichos puntos; y por último, que entre estas montañas se encuentra la pizarra: esto es en lo general, pero se notan particularidades notables en algunas de sus alturas, y de éstas me ocuparé.

El gran valle de que ya se ha hablado, situado al N. W. del Campo de la Aurora, está limitado hácia el Poniente por el vértice *F* de la triangulacion, el cual tiene por este lado 1,500 metros de extension, y al N. por el vértice *G*, que próximamente tiene 1,400 metros; en el ángulo que forman estos dos cerros, ó sea al N. W. del valle, está situado un cerro al que se le llamó "de arriba," el cual tiene una altura de 350 metros sobre el mar, 150 sobre el valle, y de 300 á 400 metros de largo: éste parece que es el paso de la formacion porfídica del vértice *F* á la granítica del vértice *G*, pues se encuentra á la vez formado de ambas rocas y aun en las mismas variedades que las contienen ellos: la parte que está hácia aquel es pórfido, la otra es granito; por la colocacion que tienen estas dos rocas se deduce que la aparicion del granito fué posterior á la del pórfido, pues éste se encuentra levantando á aquel, notándose á la vez que hay solucion de continuidad entre los tres, de tal manera, que del lado en que se ve el pórfido parece que es la continuacion del vértice *F*, y que del lado del granito parece lo es del *G*. Esta última altura, vértice *G*, es la que presenta particularidades más notables en su formacion, y á reserva de volverme á ocupar de ella en otra parte, ahora diré que el granito se encuentra en toda la parte superior, atravesando el cerro en el sentido de su longitud: al aparecer dicha roca ígnea levantó las capas de pizarra abriéndose paso entre ellas, dislocándolas y dándoles inclinacion contraria, unas con respecto de otras, es decir que las que están del lado Sur tienen inclinacion al Norte, y recí-

procamente, las del Norte la tienen al Sur, quedando el granito entre ellas embutido á modo de cuña, teniendo hácia arriba la parte más ancha; así es que en este movimiento geológico, no sólo hubo dislocamiento y levantamiento en las capas, sino tambien presion lateral, siendo esta la causa de la inclinacion contraria que se nota casi en todas las capas de pizarra. El granito se encuentra en varias partes atravesado por vetillas é hilos de cuarzo, encontrándose tambien un ancho creston de granito granatífero, conteniendo granates en abundancia perfectamente bien cristalizados: esto es debido, en mi concepto, á que al solidificarse el granito por el enfriamiento, sufrió una especie de retraccion ó contraccion que dió lugar á la formacion de grietas ó abras, las que despues fueron llenadas por las filtraciones, dando éstas lugar á la formacion de las vetillas é hilos citados. En conclusion, en el vértice *G* se verifican dos fenómenos geológicos, y son: erupcion del granito que salió al exterior en estado fluido, agrietándose al enfriarse, y despues llenamiento de estas grietas por infiltraciones.

Otra altura aunque de poca elevacion pero que tambien debe citarse es el cerro llamado "Mesa del Pozo," nombre que le viene por tener su parte superior casi plana y por estar cerca del pozo que surte de agua á los pocos habitantes del lugar: en ésta se encuentran rodadas multitud de rocas diferentes, pero perteneciendo cada una de ellas á alguna de las montañas que limitan la triangulacion, estando su parte superior atravesada por un creston de traquita que corre en el sentido de su longitud: dicha altura está situada en medio del extenso valle ya varias veces citado. La razon de por qué en ella se encuentran esta diversidad de rocas, es debido á que habiendo estado el valle ocupado por las aguas segun se dijo anteriormente, éstas depositaron en su fondo todas las rocas que la accion del tiempo habia desprendido de las montañas circunvecinas, y cuyas rocas fueron acarreadas allí por la corriente de las aguas: vino despues un movimiento geológico que elevó esta parte del terreno haciendo salir á la superficie el creston de traquita que atraviesa la parte superior del cerro y fué el que determinó el movimiento. Al levantarse el terreno llevó consigo todas las rocas que el agua depositó en aquel lugar, y como la que allí se reunia era la que bajaba de las montañas limítrofes, las ro-

cas que traia en su acarreo no podian ser otras más que las componentes de dichas montañas. Esta es la razon de por qué se encuentran en la Mesa del Pozo pórfido, granito, cuarzo, pizarra, etc., etc., todas en distintas variedades y perteneciendo á alguno de los cerros inmediatos.

Por no hacer demasiado extenso este Informe, no cito otras alturas que bien merecen ocuparse de ellas, como por ejemplo, el cerro Boludo, llamado tambien de "Las Lagunas:" éste en su forma es bastante regular, pues afecta casi la de un casquete esférico, estando á la vez dividido en gajos por una especie de surcos, de los cuales, algunos partiendo desde su cima, llegan hasta su base, siendo dichos surcos enteramente rectos.

De todo lo expuesto es fácil deducir cuál de todas las formaciones estudiadas es la más reciente, y consecuente con lo que he dicho anteriormente, fundado en mis observaciones, pongo á la roca sedimentaria como la de más antigua formacion, despues el pórfido y al último el granito: como la aparicion de éste fué posterior á la de aquel y ambos dieron lugar á la ruptura en las capas de pizarra y tal vez á la aparicion de ésta en algunas partes, no es nada difícil que entre las capas de la última haya algunas de aparicion más reciente que la del pórfido, pues la de éste fué anterior á la del granito, y los dos fueron la causa del levantamiento en la pizarra.

Por último, de todas las alturas la más nueva en su formacion es la Mesa del Pozo, puesto que vemos que se encuentran en ella todas las rocas de los demas cerros, y aun cuando á primera vista parezca que esto podria ser debido á que en ella fueron á concurrir todas las montañas, esto no puede ser, porque además de encontrarse enteramente aislado de todas las serranías inmediatas puesto que está situado en medio del extenso valle, las rocas que hay allí revelan por su aspecto rodado haber sido traidas de otras partes por las corrientes de las aguas, y estas partes no son otras, más que las montañas graníticas y porfídicas de que ya he hablado: es tal el aislamiento entre el cerro Mesa del Pozo y las demas montañas, que visto desde alguna altura mayor, por ejemplo del vértice *D* ó *G* de la triangulacion, da desde luego la idea de un sombrero puesto en medio de una gran mesa, pues hasta su forma se presta á esta comparacion: no me cabe duda, pues, que

la Mesa del Pozo ha sido formada como he dicho anteriormente. En una palabra, yo creo que esta altura en su totalidad es de traquita, y solamente en la capa superficial es donde se encuentran las diversas rocas á que he aludido.

Como generalmente sucede, entre los elementos constituyentes de las rocas que componen las alturas de que me he ocupado, se encuentran ciertos minerales accidentales; así tenemos que el granito de la Mesa del Pozo contiene cristales de turmalina (Chorlo negro), encontrándose tambien allí mismo el granito gráfico, el cual no existe en ninguna de las otras alturas reconocidas, no obstante que el ejemplar recogido fué acarreado allí:* en el granito del vértice *G* se encuentran cristales de apatita y granates en abundancia; el basalto del vértice *K* contiene cristales de espato calizo, el del *N* cristales de hornblenda negra, y la caliza de que se compone tambien este cerro, contiene serpentina y dendritas de magnetite; igualmente tenemos en la caliza del vértice *O* la serpentina, el talcot y la mica; por último, la pizarra del vértice *N* contiene cristales de hematita (Hierro pardo), habiendo además este último al pié del vértice *G*.

Las rocas de que ya se ha bablado, existen en algunas de sus variedades; en unos granitos se ve la mica parda, en otros la negra, y la mayor parte contiene de las dos: los pórfidos unos son rojos, otros negros, y la pizarra se encuentra en las variedades de talcosa, micácea, arcillosa y comun.

Pongo en seguida el catálogo de las rocas traidas de los Placeres de Calamahí y su clasificacion, recordando que en otra parte de este Informe doy ya la composicion general de los vértices, pues las rocas traidas á esta capital para su clasificacion, se encuentran en los cerros más bien como parte accidental que como parte constituyente.

* Terminado ya y presentado este Informe, el Sr. Ingeniero D. Manuel Urquiza ha encontrado tambien el granito gráfico en el granito granatífero del vértice *G*: en tal virtud queda descubierta (en mi concepto) la procedencia del granito gráfico encontrado en el vértice *C* de la triangulacion.—*E. M. B.*

Catálogo y clasificacion de las rocas recogidas en los Placeres de Calamahi (Baja California.) *

Vértice D.....	1.—Cuarzo lechoso.
	2.—Basalto.
Vértice E.....	3.—Ortoclasia, variedad adularia con Crisocola.
	3.—*bis.* Pórfido diorítico.
Vértice F.....	4.—Basalto.
	5.—Diorita.
	6.—Caliza.
No es Vértice.....	7.—Dialage.
Mesa del Pozo, Vértice C.....	8.—Granito.
	9.—Traquita (algo alterada).
	10.—Granito.
	11.—Idem.
	12.—Idem con cristales de Chorlo negro.
	13.—Idem. Falta la mica en los ejemplares; uno tiene Turmalina negra (Chorlo).
	14.—Cuarzo. Probablemente forma parte del granito anterior.
	15.—Mica pizarra.
	16.— ,, ,,
	17.—Toba pomosa volcánica.
	18.—Siliza pizarra.
	19.—Granito gráfico.
Vértice D.....	20.—Diorita.
Vértice G.....	21.—Granito con cristales de Apatita.
	22.—Hidro-micapizarra ó Clorita pizarra.
	23.— ,, ,, ,, ,,
	24.— ,, ,, ,, ,,
	25.— ,, ,, ,, ,,
	26.—Granito granatífero.
	27.— ,, ,,
	28.—Hierro pardo.

* El Sr. Ingeniero D. Antonio del Castillo se ha dignado hacer algunas rectificaciones á la clasificacion que hice; la siguiente está corregida segun estas rectificaciones.

Vértice K.....	29.—Roca verde compacta y ampollosa con cristales de espato calizo. 30.—Feldsite (véase el núm. 43). 31.—Granito. 32.—Crisocola con óxido de fierro.
Cerro de Arriba (no es Vértice.).....	33.—Pórfido augítico ó Dolerita, Lava. 34.—Granito. 35.—Hidro-micapizarra ó Clorita pizarra.
Cerro Volado (no es Vértice).....	36.—Pórfido micáceo y augítico-alterado, volcánico ó Lava. 37.—Pórfido rojo y augítico-alterado, volcánico ó lava. 38 —Gneiss. 39.— ,, 40.— ,,
Vértice M.....	41.—Granito Gneiss en que falta el cuarzo. 42.—Feldsite. 43.— ,, Examinar si está mezclada con granate verde en masa (roca de granate).
Vértice N.....	44.—Roca verde mezclada con granate en masa. 45.—Caliza con Serpentina y Dendritas de Manganeso. 46.—Roca verde ó Diorita.
Vértice O.....	47.—Hidro-micapizarra. 48.—Caliza metamórfica.
Vértice Ñ.....	49.—Pórfido diorítico. 50.—Hidro-micapizarra con cristales de Hematita. 51.— ,, ,, ,, ,, ,, ,, 52.— ,, ,, ,, ,, ,, fierro y Crisocola. 53.—Caliza.
En varias partes.....	54.—Epigenia de pirita (metamórfosis) vulgo Tepustete 55.—Calcedonia (cocos regados en el llano al pié del Vértice K).

Permítaseme desviarme un poco del asunto principal, y que exponga en este Informe algunas ideas sugeridas por el exámen y formacion del vértice *G*. Temeroso de incurrir en graves errores me resuelvo á esto; mas me escuda, no la creencia de que dé algunas luces al difícil estudio de la geología, sino la sana intencion que poseo de recibir gustoso las observaciones ú objeciones que alguno quiera hacer á estas mis opiniones en el caso de que se les crea dignas de fijar en ellas alguna atencion. Mas ántes de entrar en materia, mencionaré algunas nociones acerca de la formacion de las vetas ó criaderos.

Para que una veta se forme, es necesario existan ciertos agrietamientos ó abras en la costra terrestre: dichas abras pueden ser formadas por tres causas diferentes:

1º Por hundimiento desigual de una parte de la corteza terrestre.

2º Por empujes laterales en la roca.

3º Por contraccion ó enfriamiento de la maza fluida.

Estas abras pueden ser llenadas por distintas causas, y son:

1º Por infiltraciones de soluciones minerales ó cualesquiera otras, verificadas á través de la roca.

2º Por materia fundida venida del interior; esto es, llenamiento del interior al exterior; y

3º Llenamiento del exterior al interior.

Con objeto de tener oportunidad de exponer mis ideas, me iré ocupando de cada uno de estos puntos.

1º *Formacion de abras por hundimiento desigual de una parte de la corteza terrestre.*—Estas son debidas á que existiendo en el interior corrientes subterráneas, dichas corrientes por la accion disolvente que tienen sobre las rocas que atraviesan, debidas á ciertas reacciones químicas, dan lugar á la formacion de oquedades interiores, y éstas al hundimiento de una parte más ó ménos grande de la costra terrestre, quedando abras en ésta: las formadas así, son más ó ménos sinuosas, y las caras ó superficies interiores no son paralelas.

2º *Por empujes laterales en la roca.*—Los que son causados por erupciones interiores; estos agrietamientos al mismo tiempo que se van formando, quedan ocupados por la masa fluida que viene del interior, y la que se solidifica ántes de salir á la superficie de la

tierra. A este modo de llenamiento le llamaria yo "caso de erupcion lenta." Las grietas formadas por esta causa, tampoco tienen paralelas sus caras interiores, sino que vienen á juntarse más ó ménos cerca de la superficie de la tierra, y por el contrario van separándose más y más hácia el centro de nuestro planeta.

3º *Por contraccion ó enfriamiento de la masa fluida.*—Es decir, que una vez salida la masa fluida al exterior por causa de cualquiera erupcion, ha tenido que enfriarse, y al verificarse esto, ha sufrido una especie de contraccion ó reduccion, dando lugar á la formacion de abras. En mi concepto, las formadas de este modo, tienen casi paralelas sus caras interiores, pues me parece se verifica un fenómeno análogo ó casi igual, al que todo el mundo ha observado en esa masa fluida conocida generalmente con el nombre de "Lodo," y es que al perder éste su fluidez y pasar al estado sólido, en todo el espesor de la masa se abren grietas cuyas caras interiores son paralelas, y lo mismo pasa generalmente con toda masa fluida que se enfria.

Pasemos ahora al llenamiento de estas abras:

1º *Llenamiento por infiltraciones verificadas al través de la roca.*—Dichas infiltraciones van llenando la grieta hasta llegar al exterior, y una vez allí, se derraman á uno y otro lado, dirigiéndose despues hácia la parte más baja, ó bien son llevadas por las aguas; las vetas formadas de este modo no tienen sus crestones sobresalientes sino hasta despues que la accion del agua ha deslavado la parte exterior de las rocas que la encajonan.

Las soluciones que llenan estas grietas, cristalizan más ó ménos pronto, segun sea su grado de concentracion: si son esencialmente minerales, se notará mayor riqueza á medida que aumenta la profundidad; siendo debida esta particularidad á que, como la veta ha sido formada por dichas infiltraciones de soluciones minerales, éstas serán más concentradas á medida que sea mayor el espesor de la roca que atraviesan. Al irse llenando la grieta, va disminuyendo el espesor de la roca atravesada, y por consiguiente las soluciones van siendo ménos concentradas; sigue así el llenamiento hasta llegar á la superficie, donde casi es nula. Así me explico yo este llenamiento, y tambien lo que todos los mineros han observado en las vetas metalíferas, y es que sus leyes van aumentando desde la superficie adonde es muy baja, ó casi nula, hasta

obtener cierta ley cuando se ha alcanzado alguna profundidad, y aquella va siendo mejor cuando ésta aumenta. En todos los distritos mineros donde domina un mismo sistema de vetas, se ha notado que todas han comenzado á dar metales costeables casi á la misma profundidad: así tenemos que en Pachuca comienzan á costear los metales generalmente á los 50 metros; en Zacatecas á les 60: otra particularidad notada por todos los que se dedican á la explotacion de las minas, y la que yo me explico tambien por la mayor concentracion en las soluciones que llenan la grieta, es la existencia de ciertas cristalizaciones en las profundidades de las minas, como por ejemplo, las de cuarzo conocidas generalmente con el nombre de riscos, las de plata sulfúrea y nativa, las piritas, etc., etc.

La química nos demuestra que á medida que es mas concentrada una solucion, más fácilmente cristaliza; mas no se crea por esto que yo atribuyo solamente á esta concentracion la violenta cristalizacion; hay otras causas que contribuyen tambien en gran parte, tales como el calor, que como es sabido, aumenta con la profundidad; pero de todas las causas que contribuyen á este fenómeno, me parece que las principales son la concentracion y el calor.

La particularidad á que me acabo de referir, de que las vetas de un mismo sistema comienzan á dar metales costeables, próximamente á la misma profundidad, fué la causa que me indujo á proponer en carta particular, al infortunado Dr. Sr. Gustavo Ruiz Sandoval, que haciendo un estudio cuidadoso en todas las minas que estén sobre la misma veta, se puede saber con cierta aproximacion la profundidad en la que empieza á aparecer la pinta metalífera, en la que ésta tiene su mayor desarrollo, y en la que desaparece ó se extingue, si las dificultades inherentes á toda explotacion permitieran llegar hasta este punto. Por tal procedimiento podrian obtenerse tres curvas, á las que llamaria zona metalífera iniciadora, zona metalífera productora, y zona metalífera extinguida. Tales observaciones ejecutadas por personas hábiles en la materia, de las que, por fortuna, tenemos ya algunas en México, vendrán á proporcionar datos importantes que influirán bastante, ya sea en el adelanto de la geología de nuestro país, ó ya en la práctica minera, ramo principal de nuestra República.

2º *Llenamiento por materias fundidas venidas del interior.*—Estas pueden llenar las abras, bien como se dijo en el párrafo segundo, de los agrietamientos, ó bien saliendo al exterior la materia fluida por alguna grieta ya abierta: las vetas formadas así, pueden tener ó no sus crestones sobresalientes; en mi concepto los tendrán (salvo sus excepciones), siempre que la erupcion se haga por la grieta ya abierta; pero si dicha erupcion da lugar á la abra, entónces pocas veces saldrán á la superficie, á no ser el caso en que la erupcion sea violenta: de este modo me explico la particularidad observada en algunas minas, que al practicar ciertas labores interiores, se han descubierto vetas que no se habian encontrado en las superiores, ni visto en la superficie. Varios casos notables se citan de estos llenamientos, y aun algunos en que estando la masa fluida muy próxima á la superficie, no ha llegado á romper la última capa y se ha detenido algunos metros abajo; otras que se han descubierto en el interior de las minas empezando por un hilo muy delgado, han llegado con la profundidad á obtener una anchura considerable. Estos llenamientos del interior al exterior, aun cuando no sean visibles en la superficie, deben causar siempre levantamientos en la costra terrestre y algunas veces ruptura en las capas superficiales: como dichos llenamientos son debidos, segun he opinado anteriormente, á erupciones lentas, éstas no darán lugar á presiones laterales en las últimas capas terrestres, y sí se verificarán dichas presiones, en el caso de erupciones violentas; así es que habrá en éste tres movimientos terrestres: levantamiento, ruptura y presion lateral, siendo nada más dos en el anterior. Las razones en que me fundo para opinar así, las expondré en seguida.

Credner, hablando de los filones ó vetas, dice: "Llamarémos filones minerales, aquellos que son producidos en las grietas de las rocas por el depósito de soluciones minerales, y dejarémos el nombre de filones propiamente dichos, ó filones de roca, á aquellos que deben su orígen á una masa en fusion, lanzada del interior de la tierra." Es decir que las vetas metalíferas son debidas á soluciones minerales, los otros filones á erupciones.

Estas solas definiciones son bastante para que yo desista de mis opiniones emitidas anteriormente; pero aun cuando no he pretendido establecer con ellas una regla general, y si acaso tienen

algo de verdad será en casos excepcionales, permítaseme sin embargo exponer una duda, siendo mi objeto con ésta, como con todas, el que alguno me enseñe la verdad: ¿no será posible que muy en el interior de la tierra existan oquedades ocupadas por sustancias minerales, debidas éstas, ya á soluciones ó á cualquiera otra causa? En caso de que esto sea probable, ¿no será posible, tambien, que la proximidad del calor central ó una erupcion, funda éstas y las lance por grietas ya abiertas y ménos interiores, ó que dicha erupcion abra al mismo tiempo otras grietas? Callon, en su Tratado de explotacion de minas, dice: "Un filon es una de estas grietas ó abras producidas en un terreno (ya sea ígneo ó sedimentario) por las rupturas de equilibrio á que ha estado expuesta periódicamente la corteza del globo, y llenada en el momento mismo de su produccion, ó bien posteriormente, por materias especiales venidas del interior de la tierra, sea en el estado de materia fundida inyectada, sea al estado de sublimacion ó disolucion." Por lo expuesto se ve que Callon atribuye á una causa ó á otra los llenamientos de las grietas, y esto va conforme con las ideas que ántes manifesté; mas declaro mi opinion nula en esta cuestion, y dejo para algun competente en la materia, el que decida quién de los dos autores citados dice la verdad: mas ántes de concluir diré lo que dice tambien Dana, acerca de las vetas: "Cuando la roca ha sido fracturada, y la grieta formada de este modo ha sido llenada con roca material, de cualquiera clase, ó con minerales metálicos, los llenamientos se llaman vetas." Por último, Burat opina casi del mismo modo.

3º *Llenamiento del exterior al interior.*—Éstas se verifican por sustancias traidas en acarreo, en solucion y en suspension por las aguas que vienen del exterior y se precipitan por estas abras: dichas aguas se filtran despues á través de la roca, dejando allí depositadas todas las sustancias que trajeron consigo; vienen tambien despues ciertas reacciones químicas debidas á la mayor afinidad que tienen unos cuerpos por otros, ó bien sea, ciertas descomposiciones en los elementos componentes de un cuerpo y la fácil combinacion de éstos con los de otro. Así tenemos, por ejemplo, que cualquiera carbonato alcalino en presencia de algun silicato de cal, se forma carbonato de cal y un silicato alcalino, y aun cuando estas combinaciones no se verifican siempre por impedir-

lo la presencia de otros cuerpos, éstos á su vez dan lugar á otras combinaciones. Credner dice que á causa de la gran afinidad de la cal y la magnesia, se puede llegar á ver el silicato de magnesia alterado por los carbonatos alcalinos: sin embargo, la misma causa que impide la accion del agua cargada de ácido carbónino sobre este silicato, se opone tambien á la accion de los carbonatos alcalinos. Esto explica por qué el silicato de magnesia hidratado parece frecuentemente ser el resíduo de muchos minerales en via de descomposicion.

Muy fácil es reconocer los llenamientos verificados de este modo, pues viene á ser en último análisis, llenamiento por acarreo, á lo cual es debido la heterogeneidad que se nota en las vetas formadas de este modo, y en las que no se observa la particularidad á que he aludido en el primer modo como se verifican los llenamientos; me refiero al aumento de ley con la profundidad.

Aun cuando ninguno de los autores de Geología que he podido consultar, da regla alguna para deducir del exámen de un llenamiento, por cuál de los tres modos se ha verificado, ó en otros términos, si es debido á erupcion, solucion ó acarreo, yo me atrevo á exponer, con gran temor de incurrir en un grave error, la idea que tengo respecto á esto, y comienzo por suponer dos clases de erupciones; bien se verifica ésta de una manera lenta, ó bien de una manera violenta: al primero le llamaria caso de erupcion lenta, y al segundo caso de erupcion violenta: en los dos, la seccion que resulte de suponer la veta cortada por un plano trasversal, será cónica próximamente; pero si la base de esta seccion está hácia abajo, será el caso de erupcion lenta, y si está hácia arriba (cono invertido), será el caso de erupcion violenta; en el primero (segun se ha dicho ya en otras partes) habrá solamente levantamiento en las últimas capas terrestres, y algunas veces ruptura en las superficiales; en el segundo habrá levantamiento, ruptura y presion lateral: sucede lo primero, porque siendo las capas terrestres bastante resistentes, y la erupcion de mucha lenti-

tud y poca fuerza, irá encontrando gran dificultad en abrirse paso á través de las rocas, y esta dificultad ó resistencia en las capas á separarse, irá disminuyendo la fuerza eruptiva, hasta llegar un momento en que la cohesion de las capas terrestres supera á la fuerza de erupcion, deteniendo allí su marcha: como esta diminucion de fuerza va siendo progresivamente menor, cada paso que se abra la masa fluida á través de la roca, irá siendo más estrecho bue el anterior; así es que al enfriarse ésta, afectará un forma cónica próximamente, cuyo vértice estará más ó ménos cerca de la superficie de la tierra, y su base hácia el centro.

En el caso de erupcion violenta, ésta con más facilidad se abrirá paso á través de las capas, y aun cuando encuentre gran resistencia en las interiores, no la encontrará en las que están cerca de la superficie, en virtud de que allí es más delgada la costra terrestre; el cambio de más á ménos en la resistencia, aumentará la fuerza eruptiva, la que al llegar á las últimas capas superficiales ejercerá sobre ellas fuertes empujes laterales, sacándolas de su posicion primitiva, y dándoles inclinacion contraria; como en este caso pasa la inversa que en el anterior, los pasos abiertos irán siendo más y más amplios á medida que se acerque al exterior la masa fluida, la que al enfriarse afectará seccion cónica, con su base hácia arriba y vértice al interior.

Las figuras 1.ª, 2.ª y 3.ª, en la lámina adjunta, dan una idea de cómo concibo estos movimientos, y la 4.ª es un croquis del vértice *G* de la triangulacion, en los Placeres de Calamahí.

En otra parte de este Informe he opinado que las capas de pizarra en dichos Placeres han sufrido presiones laterales, y éstas han contribuido en no pequeña parte á darles la inclinacion que tienen; tambien dije la atribuyo á la erupcion violenta que se verificó en el vértice *G*: en efecto, se nota que las capas de pizarra próximas á este cerro, son mayormente inclinadas que las que están más distantes: cerca del cerro Colorado se ven pequeñas alturas que parece las cubre una sola capa de pizarra sin que haya ruptura en ellas, lo que indica hubo solamente levantamiento en esos lugares: igual cosa se nota en la Mesa del Pozo (vértice *C*), donde apénas sale á la superficie el creston de traquita que determinó el movimiento; aquí si hubo ruptura en las últimas capas, pero tienen una posicion muy análoga á las de la figura 2.ª

Dijo tambien, que en el mismo vértice *G* tuvo lugar un agrietamiento causado por el enfriamiento; así lo creo, porque el filon de granito granatífero que existe en dicho cerro, es casi vertical, y sus caras paralelas; y se nota esto perfectamente bien, en una gran extension de creston que está casi en línea recta; además, se encuentran desprendidos de la masa principal multitud de trozos de granito, que están atravesados en todo su espesor por vetillas de cuarzo, teniendo éstas por uno y otro lado el mismo ancho, lo que demuestra que las caras interiores de este agrietamiento son paralelas.

En fin, tal vez mis observaciones sean de todo punto inexactas, mas mi objeto principal ha sido, solamente, manifestar la idea que me sugirió la disposicion de estos cerros: si algo de verdad tienen mis apreciaciones, tal vez sea fácil suponer cuándo un llenamiento es debido á erupcion; y digo suponer, porque bien puede suceder que un llenamiento que se crea causado por una erupcion lenta, no lo sea sino por infiltraciones; pero en el caso de erupcion violenta, creo que será difícil esta equivocacion, por razones que seria prolijo enumerar.

En cuanto á las otras cuestiones de cuándo es debido á soluciones ó acarreo el llenamiento de una abra, siendo fácil hasta cierto punto reconocer los minerales de acarreo, no queda en pié más que la cuestion de llenamiento por soluciones, y con respecto á esto me atreveria á suponer, salvo el caso dudoso á que he aludido ántes, que cuando las caras interiores de la grieta, ó respaldos de la veta, son casi verticales y paralelos, entónces el llenamiento es debido á soluciones; hé aquí las razones en que me fundo: No lo puede haber verificado una erupcion, porque es muy difícil que ésta haya llenado la grieta sin ejercer empujes laterales sobre sus caras interiores, y desde el momento en que estos empujes son consiguientes á la erupcion, no puede haber paralelismo entre las caras ó superficies interiores de la grieta; por consiguiente, siempre que los respaldos de una veta sean casi verticales y paralelos, las soluciones verificaron el llenamiento: es cierto que tal paralelismo generalmente se encuentra, pero en todo suele haber sus excepciones. Tal vez esta sea la razon que indujo á Credner á suponer las vetas metalíferas llenadas por soluciones esencialmente minerales.

En la mina de San Cayetano el Bordo, en Pachuca, se da el caso de una veta cuyos respaldos son casi verticales, pues el tiro todo está á plomo y se coló sobre metal hasta la profundidad de 200 y tantos metros, continuando la veta exactamente en el tiro á pesar de su verticalidad; pasada dicha profundidad empezó la veta á quedarse un poco respaldada al Norte, con pendiente muy suave, hasta que desapareció. El llenamiento de esta veta parece tambien se hizo de distintos modos; en las labores superiores se tienen tierras tan sumamente desmoronadizas, que basta el simple wíngaro para derribar gran cantidad de este metal en tierras, y va cambiando su consistencia con la profundidad, hasta tener que hacer uso de grandes barrenos para el tumbe del metal. No ha faltado quien crea que este llenamiento se hizo por acarreo, pero yo no admito tal creencia, porque la veta se encuentra en una altura considerable, y por consiguiente las sustancias acarreadas por las aguas no podian haber llegado hasta allá; tampoco admito que primero se haya verificado el llenamiento y despues un levantamiento, porque en este caso habria tenido lugar la formacion de alguna nueva abra, ó bien un dislocamiento en la ya antiguamente llenada: la grieta me la explico yo, causada por la contraccion debida al enfriamiento; su llenamiento por infiltraciones de soluciones minerales, y la diferente consistencia en los metales de esta veta, en la concentracion de dichas soluciones, que segun mis opiniones anteriores, deben haber sido más concentradas las más interiores.

Temiendo incurrir en más graves errores de los que habré incurrido ya, termino este punto, deseando solamente que mis apreciaciones no sean del todo inexactas, ó de tal manera absurdas que se hagan acreedoras á la reprobacion unánime: sírvame de causa atenuante el empeño y deseo que tuve, tratando de explicarme ciertos acontecimientos geológicos; dije y repito, que no trato de establecer una teoría, pues jamas tendré que reprocharme semejante pretension, y suplico que la confesion franca y leal que hago de mi ineptitud obre en mi favor.

VETAS Y CLASE DE MINERALES QUE CONTIENEN.

Los terrenos de Calamahí se encuentran verdaderamente surcados por multitud de crestones pertenecientes éstos á vetas de gran importancia, y son, verdaderamente, los que constituyen la no pequeña riqueza de aquel suelo: multitud de ramales se desprenden de las vetas principales, que no por esta circunstancia dejan tambien de ser bastante importantes: las vetas son de cuarzo aurífero, cobre, y oro, fierro y cobre. Las de cuarzo aurífero son casi todas bastante ricas, encontrándose el oro al estado nativo en los crestones, y perceptible perfectamente á la simple vista. Esta riqueza tan manifiesta, fué la que dió orígen al descubrimiento de los Placeres, pues un individuo llamado Antonio Murillo, natural de la Mision de Santa Gertrudis, y quien descubrió dichos Placeres, declara: que buscando minas de cobre por órden del Sr. D. Cayetano Mejía, de Mulegé, vió desde léjos unos crestones (reventazones llaman ellos), se dirigió allí, y al pasar por una cañada, llegando ya á estos crestones, encontró un trozo de cuarzo cobrizo; creyendo él que habia descubierto lo que buscaba, rompió aquella piedra y vió que contenia en gran cantidad un metal que le parecia oro; se dirigió inmediatamente al aguaje de Las Palomas, distante 5 leguas de allí, molió su piedra, la lavó, y se quedó sorprendido de la gran cantidad de oro que recogió. Esto pasó el 22 de Noviembre de 1882, fecha que deberá ser memorable si, como es de esperarse, tarde ó tempreno llega á formarse allí una poblacion.

Desgraciadamente el hallazgo en aquel lugar, fué mal interpretado, atribuyendo las riquezas á las cañadas y viendo con gran menosprecio las vetas; á nadie se le ocurrió que aquel trozo de cuarzo habia sido desprendido de los crestones que estaban arriba, y por consiguiente la riqueza no estaba en las cañadas, sino en las vetas: á nuestra llegada á los Placeres todo el mundo se ocupaba en denunciar y explotar las cañadas, ni uno sólo en trabajar las vetas; fué necesario el trascurso de algun tiempo, explicaciones que les hicieron ver la verdad de lo que pasaba, y sobre

todo, el principio á extincion del oro en las cañadas, para que dos personas se resolvieran á trabajar las vetas, obteniendo magníficos resultados, no obstante el mal órden de los trabajos.

El sistema general de este criadero lo constituyen tres vetas principales de las que se desprenden varios ramales; éstas son paralelas entre sí, con rumbo de 38° N. W. á S. E.; todas tienen echado Norte, y ancho medio de 3,50: de éstas la que está más al Poniente se descubre perfectamente bien desde el vértice *D* de la triangulacion, dirigiéndose hácia el cerro Colorado, pasando tambien por los vértices *Ñ.* y *O.*, pudiendo seguirse su direccion en una extension de 4 á 5 leguas: de dicha veta se desprenden varios ramales en el mismo vértice *D* con direccion média de 25° N. W. á S. E., desprendiéndose más al Sur, otro que pasa por la mina de La Aurora, el cual tiene un rumbo de 35°40′ S. W. á N. E., ancho $2^{m}50$, é inclinacion Poniente. Esta pertenencia fué la primera que se dió en los Placeres, sus crestones fueron los que dieron orígen al descubrimiento del oro en aquellas lugares, y la cañada que forma este cerro con el contiguo, fué donde se encontró dicho metal, por cuya razon lleva el nombre de "Descubridora," y de la cual se han sacado las principales piezas que tanto han llamado la atencion.

El principal componente de la veta de que me ocupo, es cuarzo aurífero en su mayor parte, teniendo como acompañante el cobre al estado de silicato y algo de óxido rojo de fierro, éste en pequeña cantidad. La veta del centro es la que pasa por la mina "Sol de Mayo," que está en el vértice *K;* en el pozo abierto puede reconocerse su ancho de 3 metros y su echado al Norte: muy cerca de este pozo párte un ramal de 45° N. W. á S. E. echado al W. y ancho de $1^{m}50$; la composicion general es oro, cobre y fierro, encontrándose los dos últimos metales en cantidad mayor que en la mina de la Aurora. Estas dos vetas son las únicas en las que se han abierto pozos de posesion, pero están sin trabajo; la veta que está más al Oriente no se ha reconocido en ninguna parte.

En general, á causa de lo muy accidentado que se encuentra el terreno, los crestones sufren multitud de desviaciones, que hacen se confunda el observador, por ver en una gran zona diseminados aquí y allí los crestones, pareciendo como una veta diferente cada uno de ellos, cuando en realidad no lo es: para mayor abun-

damiento de confusion, de este sistema de vetas, segun he dicho ántes, se desprenden varios ramales teniendo al exterior sus crestones, y cuyos ramales unos pasan por la cima de los cerros, otros hácia la parte média, y algunos más, entran en los arroyos siguiendo su direccion en alguna extension y separándose despues de ellos para seguir otra. En virtud de ser considerable el número de cañadas que forman estos accidentes, es por lo que se encuentra allí el oro en más cantidad que en otras donde no es tan accidentado.

Mas no son éstas las únicas vetas expotables en esa region de Calamahí; existen otras de cobre al estado de silicato (Crisocola), y aun cuando en sus crestones aparentan pobreza, es de esperarse no sea lo mismo á la profundidad: citaré algunas. En el vértice *E* se encuentran armando en el pórfido traquítico, dos vetas de cobre con rumbo casi de N. á S., fuerte echado al Poniente, casi de 63°, y ancho de 1 metro. En el vértice *N* se encuentra tambien en el pórfido otra veta de cobre, rumbo de 70° N. W. á S. E. inclinacion 60° N. y 0,75 de ancho; existen algunas otras más ó ménos importantes.

Generalmente en Calamahí el mineral de cobre, como ántes he dicho, se encuentra acompañando al cuarzo aurífero, y es casi seguro encontrar en el cuarzo el oro al estado nativo acompañado del fierro, siendo éste una epigenia ó metamórfosis de pirita, á la que llaman los gambuzinos del lugar tepustete, que en lengua yaqui significa fierro. La presencia de estos tepustetes es un indicio casi seguro de la existencia del oro, por cuya razon el gambuzino se dedica á la busca de estos cuerpos, y donde los encuentra, con empeño se dedica á descubrir el oro, y muy rara vez son inútiles sus trabajos. Dichos tepustetes son muy abundantes en esta region aurífera, y algunos hay de dimensiones considerables, pues el que consta en la coleccion de rocas que se trajo de los Placeres, tiene 2 pulgadas cúbicas.

Por desgracia no me fué posible hacer los ensayes de minerales de oro que se trajeron á esta capital y que hoy se encuentran en Zacatecas, por erogar ciertos gastos que mis circunstancias no me permiten hacer; pero los que ensayé en Calamahí, no obstante que eran de riqueza inferior á los colectados, dieron 70, 74, 160, 180 y 240 pesos por tonelada: los que ensayaron 240 y 160, son de

una mina del Sr. Ibarra, llamada, me parece, "La Fortuna," y que últimamente empezó á trabajar sobre la veta que está más al Poniente del sistema general: este mismo señor piensa trabajar otra que está al S. E. del Campo de la Aurora, y da en comun 204 pesos por tonelada; los que dieron 180 son de la mina de la Aurora, propiedad de los Sres. Mejía; las otras leyes son de tierras auríferas ya lavadas. Es de suponerse que los recogidos de los crestones de las vetas y traidos á México, den una ley mayor, pues todos contienen oro en alguna cantidad y perceptible á la simple vista.

En conclusion, la region aurífera de Calamahí contiene grandes riquezas, las que conveniente y hábilmente explotadas, pueden dar pingües resultados: es cierto que allí se carece por ahora de toda clase de elementos; pero es igualmente cierto que las dificultades consiguientes á esta carencia, no son insuperables, pues desde luego se tiene la fácil y violenta comunicacion con los dos mares, segun he advertido en otra parte de este Informe. Los que trabajan las minas tenian la necesidad de exportar sus metales para San Francisco California, pero últimamente el Sr. Emiliano Ibarra, ha traido á los Placeres una máquina para moler, compuesta de cinco morteros y la cual funciona ya, moliendo metales que de antemano habia extraido de su mina de oro. Con este motivo se ha despertado nuevo entusiasmo por los Placeres, y muchos se preparan á hacer nuevos reconocimientos.

PLACERES DE ORO,

SU EXTENSION, LOCALIDAD DONDE SE ENCUENTRAN.

Verdaderamente no sé hasta qué punto sea aplicable en Calamahí el nombre de Placeres á lo que allí califican de tal; generalmente se ha designado con este nombre cierta porcion de terreno donde han sido llevadas partículas de oro que la accion del tiempo y de las aguas ha desprendido de venas de cuarzo aurífero; estas particulas son acarreadas por las aguas y depositadas en las márgenes de los rios, ó en los valles, formando verdaderamente extensas capas de arena aurífera. En Calamahí no se encuentra

el oro ni en las márgenes de algun rio, ni en ningun valle, sino en las cañadas que forman las montañas por donde pasan los crestones auríferos: el oro de estas cañadas indudablemente se ha depositado allí, ya sea por el propio peso de las partículas grandes que se hayan desprendido de estos crestones, ó ya porque el agua ha ayudado á deslizarse las que no podian hacerlo por sí solas. En conclusion, si el hecho de que dichas partículas sean acarreadas por las aguas y depósitadas en cualquiera parte, basta para que se les llame Placeres á estos depósitos, entónces los de Calamahí están bien designados; pero si no sólo basta este acarreo sino que es preciso que el depósito se haga en una superficie próximamente plana y de alguna extension, entónces impropiamente se les llama Placeres.

De lo expuesto se infiere que el oro depositado en las cañadas de Calamahí es un efecto cuya causa principal está en los crestones; por consiguiente, éstos son verdaderamente el núcleo de la riqueza que se explota en aquellos: en todo resultado la cuestion principal es averiguar su causa, y desde el momento en que ésta está determinada, la cuestion queda concluida. En tal virtud, siendo el oro de las cañadas el que las aguas han acarreado allí, procedente de las vetas, éstas son las que se deben explotar de preferencia, y para dar una idea de su riqueza, bastará hablar de la de las cañadas.

La longitud total de ellas es de 26,011^{m}80, y el del ancho medio (adonde se encuentra el oro) de 13 metros, lo que hace una superficie aurífera de 338,153$^{m.c.}$40. Esta longitud está repartida entre las cañadas de la manera siguiente:

La Descubridora	1,761m00
,, del Toro	1,256 . 75
,, Rica	1,613 . 00
,, Cuata	1,396 . 50
,, Fortuna	1,339 . 75
,, Sorda	1,432 . 00
,, del Cerro Golorado	3,528 . 00
Cañada principal del Campo Nuevo	4,304 . 55
,, del Campo Nuevo al Viejo	4,236 . 75
Diferentes cañadas que parten de las principales	5,140 . 50
Longitud total	26,011m80

De estas solamente 7 son las que hasta ahora se explotan, y son, en el Campo de la Aurora:

"La Descubridora,"	en la que se han dado	2	pertenencias.
"El Toro,"	,, ,, ,, ,, ,, ,,	4	,,
"La Sorda,"	,, ,, ,, ,, ,, ,,	2	,,
"La Rica,"	,, ,, ,, ,, ,, ,,	3	,,

A 4 kilómetros al S.E. del Campo de la Aurora, y en el punto llamado Campo Nuevo, están las otras tres, y son:

"La Fortuna,"	dadas en ella	2	pertenencias.
"La Cuata,"	,, ,, ,,	5	,,
La del Cerro Colorado	,,	2	,,

En dichas cañadas el oro se encuentra casi en la superficie, pues como á una vara de profundidad ya se acaba; no obstante esto y los rudimentarios métodos de beneficio que se emplean, han sacado de oro, del mes de Mayo de 1883 á Agosto de 1884, 150,000 pesos, con un costo aproximado de 68,000; sin estar comprendidas en esta cantidad de oro, varias piezas grandes que se extrajeron, de las que unas se perdieron sin saber su paradero, y otras fueron vendidas ocultamente.

El oro se encuentra por lo regular en polvo fino, en cuya virtud, por mucho cuidado que se tenga al lavar las tierras, siempre entre éstas se va alguno; por lo regular no recogen más que el que es perceptible á la vista, pues el medio de que se valen para beneficiar la tierras, es el soplo, el cual lo aplican ya con los pulmones, ya con bateas á las que les dan ciertos movimientos, ó ya con imperfectas máquinas provistas de fuelles, como consta en las figuras 1ª 2ª 3ª y 4ª de la lámina adjunta: á este imperfecto beneficio le llaman impropiamente lavar en seco.

A causa de este mal sistema no extraen todo el oro contenido en las tierras, pues por lo regular á éstas despues de haber sufrido la primera operacion del lavado, les queda tal cantidad de oro, que son susceptibles, como algunas veces se ha hecho, de otras dos operaciones de la misma naturaleza, y aun todavía así acusan ley de oro, como me lo demostraron los ensayes que hice en los Placeres de tierras ya lavadas; así es que puede asegurarse sin temor de equivocacion, que es mucho el oro que se pierde con

tales procedimientos, y aun creo costearia el beneficio de las tierras ya desechadas, previa concentracion. Hasta cierto punto son inevitables tales pérdidas, atendiendo á la poca cultura de los gambuzinos, y á la gran escasez de toda clase de elementos.

Varias piezas de tamaño considerable se han sacado, siendo algunas del peso de 5 á 6 libras; dichas piezas ya rara vez se encuentran, pero al principio eran relativamente abundantes. Todas estas cañadas auríferas corren hácia el Norte y van á terminar á una especie de bajío, distante como una legua del Campo de la Aurora, y que está ántes de llegar al cañon de salida: es de suponerse que en este bajío exista tambien el oro y tal vez en cantidad; pero hasta ahora no se ha hecho ningun reconocimiento en aquel lugar, pues las cañadas son las únicas que llaman la atencion y tienen preocupados á los trabajadores, pero más tarde tendrán que fijarse en el ramo principal que es el de las vetas.

Todo lo expuesto creo será suficiente para comprender la gran importancia que tiene aquel lejano suelo por las riquezas que encierra, y que es muy digno de que el Gobierno fije en él su atencion, como no dudo lo hará.

VEGETACION ACTUAL, AGUA, POZOS COMUNES.

Muy poco es lo que tengo que decir acerca de la vegetacion en los Placeres de Calamahí, por ser ésta muy escasa; no me fué posible coleccionar plantas para hacer su debida clasificacion, á causa de la enfermedad que me atacó en aquel lugar, la que me obligó á salir á pesar del mal estado de mi salud: me concretaré, pues, á hablar solamente de algunas, dándoles el nombre que tienen en el lugar y las aplicaciones que se les da, ya sea en la industria ó en cualquier uso.

Verdaderamente pueden distinguirse dos clases de vegetaciones, la del terreno porfídico y la del terreno granítico; pues es notable ver el cambio que se efectúa en aquella vegetacion al pasar de un terreno á otro; en el porfídico domina el Cardon (aquí órganos), y en el granítico el Cirio que es peculiar en aquella

parte de la Baja California: en los valles, por ejemplo, donde se encuentran las dos formaciones del terreno, vemos por un lado el Cardon en el extremo porfídico, y por otro el Cirio en el granítico; en aquellas partes en que se pasa de un terreno á otro, y que por consiguiente su composicion es mixta, tambien la vegetacion lo es, y entónces vemos un Cirio junto á un Cardon, para separarse despues, cuando domina una sola clase de terreno. Es tan general esta particularidad, que desde léjos se puede asegurar, sin temor de equivocacion, al ver una altura, si es de pórfido ó de granito, segun se vea en ella el Cardon ó el Cirio.

Existen tambien pequeños arbustos, tales como el Torete, Palo Adan, Mezquite, Palo Fierro y otros, encontrándose tambien en abundancia la palma del dátil silvestre; no se encuentran en ninguna parte árboles con grandes ni pequeños follajes, pues en general la vegetacion es raquítica y espinosa.

Alguna utilidad han tratado de sacar de esta escasa vegetacion; con el Cirio se han hecho algunas experiencias en los Estados Unidos para sacar papel, y han dado buenos resultados; el Mezquite es el pasto de las bestias, que lo toman con agrado; el Palo Adan, es donde se cultiva la orchilla, y han escogido este arbusto, no porque su jugo sea benéfico al desarrollo de la orchilla, pues es sabido que esta planta colorante pertenece á la familia de los líquenes, sino porque se presta bien para su cosecha, tanto por no tener ramas que impidan el fácil desprendimiento de la planta, como tambien por tener tan poca altura, que con la mano puede desprenderse la orchilla que está en la parte más elevada. Citaré una particularidad de esta industria orchillera: esta planta es producto peculiar de las costas del Pacífico, en la Baja California, nunca ha podido aclimatarse en las del mar de Cortés; además la parte del Palo Adan que mira hácia el Océano Pacífico, se cubre enteramente de orchilla, miéntras que la parte posterior carece de ella enteramente: tal vez las brisas de este grande Océano tengan alguna influencia en la reproduccion de esta planta.

Hay tambien con abundancia, sobre todo en el cañon de salida, un arbusto que produce un fruto al que le llaman Jojova; éste es muy estimado en los Estados Unidos y lo compran á buen precio, cuando ménos á peso libra; extraen de él un aceite que tiene bastante aceptacion. Por último, la cáscara del Torete parece está

próxima á desarrollar una nueva industria; experiencias hechas en Europa, han dado muy buenos resultados usándola como sustancia tintórea, y además para curtir pieles. Ultimamente el Sr. Eustaquio Valle, vecino de Mulegé, exportó á Europa 15 quintales de esta cáscara de Torete para hacer una prueba en mayor escala de la que ántes se hizo, y la cual, segun dije ántes, resultó valiosa: si da los resultados que se cree y espera, brotará en el Territorio una nueva industria y ocupacion para muchos brazos, por ser el Torete muy abundante en toda la Península.

La gran dificultad que en un principio se presentaba por la escasez de agua ha desaparecido ya, á lo ménos por ahora; los pocos habitantes del lugar, que son en número de 200, la tienen en cantidad suficiente para sus necesidades; ésta se extrae de un pozo abierto por el Sr. Emiliano Ibarra, á sus propias expensas, y adonde encontró el agua á los 52 metros, dando tambien un crucero que aumentó la cantidad: en este pozo se reunen durante la noche más de 10,000 litros de agua: el Sr. Ibarra, viendo que las necesidades de los habitantes estaban satisfechas, y aún sobraba bastante, determinó montar un arrastre, lo cual aún ignoro si lo verificó. Desgraciadamente es de temerse un grave accidente en este pozo, pues frecuentemente se desprenden grandes pegaduras del interior, que asolvan el pozo; estas pegaduras han llegado á formar grandes comidos, los que, no es remoto, vengan á motivar su hundimiento completo: lo más sensible es que este accidente no se puede evitar, pues se carece de madera para ademar y de brazos útiles para mampostear. Otro pozo tambien se está abriendo á expensas de un aleman, y es de suponerse que á estas fechas ya tenga la suficiente agua, pues á nuestra separacion de los Placeres, ya se reunian en dicho pozo durante la noche, unos 200 litros. En tal virtud, uno de los más grandes inconvenientes está ya subsanado, y no dudo que con constancia y trabajo, lo mismo pasará con todos.

POZOS ARTESIANOS,

SU PROBABILIDAD Ó POSIBILIDAD.

Cuestion árdua y difícil es para mí contestar este último punto del cuestionario, mas tengo que hacerlo por ser de mi obligacion; deseo solamente, que lo poco que pueda decir, no vaya muy desacorde con la realidad.

Sabido es por todos que para obtener un pozo artesiano, es necesario la existencia de fuentes interiores, designando por fuentes las corrientes subterráneas: antiguamente habia opiniones erróneas acerca de la formacion de estas fuentes; así algunos decian que el aire que se encuentra en el interior de la tierra, por la gran oscuridad y el intenso frio que reina allí, se convertia en agua, y ésta subia á la superficie de la tierra, en virtud de la capilaridad, formando rios que se dirigian al mar; otros admitian el mismo orígen en las fuentes, pero su aparicion en la superficie la atribuian al movimiento de la tierra; algunos creian tambien las fuentes debidas al choque de las olas del mar que inyectaba el agua á través de las rocas, y que la gran presion del mar sobre estas corrientes, las hacia subir hasta la superficie perdiendo su sal el agua á su paso por las rocas. En fin, otras muchas teorías habia por el estilo, y no faltó quien creyera tambien, que parte de la tierra se convertia en agua.

Los progresos de la ciencia han venido á dilucidar la cuestion, patentizando lo erróneo de estas teorías y demostrando el verdadero orígen de las fuentes. Todos sabemos, pues, que éstas son debidas al agua que cae sobre la superficie de la tierra y no solamente bajo la forma de lluvia, como generalmente se cree, sino tambien bajo la forma de cualquier meteoro acuoso; parte de esta agua se filtra despues á través de las capas terrestres en virtud de su gravedad, con gran facilidad si las rocas son permeables, ó con mucha lentitud si son impermeables, pues las últimas experiencias demuestran que la permeabilidad es general á todas

las rocas; y si en algunas partes de la superficie de la tierra no tiene lugar absolutamente este fenómeno, es porque la pendiente del terreno es muy fuerte, el agua corre con violencia y no da tiempo á la absorcion. Se ha averiguado que de toda el agua que cae sobre la superficie de la tierra, la quinta parte es la que va al mar, quedando el resto en la superficie, la que desaparece por tres causas: una parte se eleva en vapores, otra alimenta las plantas, y la tercera forma el mantenimiento de las fuentes.

La tierra pierde una parte considerable del agua que absorbe, por una via en la que pocos se han fijado y es la que se eleva por exhalaciones: las aguas que han permanecido en la superficie del suelo y que son ordinariamente las últimas que han caido, se exhalan, se elevan en la atmósfera con una velocidad proporcionada á la porosidad de la tierra y al ardor del sol, yendo á aumentar las nubes; somos testigos todos que en los bellos dias de estío vemos vapores que se desprenden de la tierra y se elevan rápidamente.

Otra parte del agua absorbida, es empleada al mantenimiento y nutricion de los vegetales; grande es la cantidad de agua que absorben las raíces, y que exhalan por traspiracion, el tronco, las ramas y sobre todo las hojas de las plantas y de los árboles. Hales asegura haber encontrado que en un dia bastante seco y caliente, la traspiracion média de un girasol era una libra y cuarto; tres onzas durante una noche caliente, seca y sin rocío. Fácil es comprender la inmensa cantidad de agua que pierde la tierra por este medio, y la que no es posible suponer ni aun con poca aproximacion. Sin embargo, aun cuando no se pueda saber la cantidad de agua que se exhala de las tierras, ni la que es empleada en la nutricion de los vegetales, sí se conoce la parte total, porque Dalton, Dickinson y Charnock han llegado á fuerza de experiencias á fijar en un 35 por ciento la cantidad média de agua pluvial que es absorbida por la tierra, y cerca de los dos tercios queda en la superficie, perdiéndose despues parte en la evaporacion y parte en la nutricion de los vegetales.

Esta agua absorbida es la que forma las corrientes subterráneas, de las que algunas son considerables, por ser el resultado de la union de muchas corrientes insignificantes. Para que éstas puedan salir á la superficie por medio de sondeos, es necesario existan entre

dos capas impermeables, y el sondeo se practique en la cuenca formada por la inclinacion de las capas: una vez practicado el sondeo, en virtud del fenómeno de los vasos comunicantes, el agua sube por el hasta una altura algunas veces considerable; así es que una vez tenida la presuncion de la existencia de corrientes subterráneas, hay que examinar la naturaleza y disposicion de las capas ántes de proceder á practicar el sondeo.

En los Placeres de Calamahí, parece á primera vista que todo tiende, no á suponer, sino á asegurar la no existencia de corrientes interiores, y por consiguiente hacer impracticable la apertura de pozos artesianos; en efecto, todas las circunstancias favorables parece se conjuran en aquel; la falta de lluvias, la escasa vegetacion, la existencia de rocas impermeables y la carencia de valles enteramente cerrados adonde pudieran acumularse grandes depósitos de agua, parece se reunen para dar su fallo en contra de los pozos artesianos; pero examinemos cada uno de estos puntos.

La falta de lluvias no es absoluta, como se nos habia asegurado; la Comision es testigo de esto, pues durante nuestra permanencia en los Placeres vimos caer el agua varias veces por algun tiempo y en las mejores condiciones para que la absorcion haya sido mayor, pues observaciones han demostrado que, cuando las lluvias caen lentamente durante algun tiempo, la absorcion se hace mejor que si la misma cantidad de agua cayera violentamente, y por consiguiente en corto tiempo; además, el aspecto del terreno acusa inmediatamente haber tenido lugar en él en otro tiempo, no sólo fuertes lluvias, sino tambien algunas inundaciones. Mas no solamente las lluvias son las únicas que envian agua á la tierra, sino tambien todos los meteoros acuosos: en Calamahí el sereno es bastante abundante, pues todo se humedece como si le hubiera llovido; el frio durante la noche es muy intenso, el calor en el dia fuerte, pero nunca falta viento fresco que lo mitigue: todas estas circunstancias dificultan ó impiden la evaporacion que deberia ser violenta al no existir tales medios que la impiden.

Siendo escasas las aguas, la vegetacion tiene tambien que serlo; algunos creen que la vegetacion influye de una manera directa al mantenimiento y formacion de corrientes interiores, pero no es así; es cierto que la mucha vegetacion es favorable, pero esto es debido á que detiene la evaporacion del agua que humedece la

tierra; adonde falta ésta es violenta la evaporacion y escasa la infiltracion; además, segun se ha dicho anteriormente, la vegetacion contribuye en gran parte con sus exhalaciones á aumentar las nubes que se disuelven en lluvia al caer. En mi concepto, la escasa vegetacion no es un indicio cierto para deducir la falta de corrientes subterráneas; lo más que se puede inferir es que no sean renovadas las pérdidas habidas en estas corrientes, ó que no se formen nuevas; pero no que desaparezcan las ya formadas, salvo el caso en que éstas sean insignificantes: los que opinan que la vegetacion influye directamente en la formacion de las fuentes, tienen que ser consecuentes con sus mismas teorías, y si aseguran multitud de corrientes en un lugar de exuberante vegetacion, deben de asegurar pocas en uno en que sea escasa; mas no se deduzca de aquí que esta escasez en las corrientes subterráneas, haga impracticable la apertura de pozos artesianos; todo es relativo, y si en un lugar de gran vegetacion pueden abrirse muchos, en otra en que no sea tanta, relativamente podrán abrirse pocos, pero no ninguno; á Calamahí le basta con pocos pozos; no necesita de muchos.

Un gran autor (el abate Paramelle) dice, hablando de la influencia de la vegetacion en las corrientes subterráneas: "Esta causa es bien real, pero ella no es sino secundaria y generalmente se exageran sus efectos; de manera que no se debe creer que un terreno esté deprovisto de fuentes porque no tiene vegetacion. Esta falta empobrece sin duda á las fuentes, pero no las destruye, ó no destruye sino las extremadamente débiles." No hay, pues, que creer que la escasa vegetacion en Calamahí dé lugar á la falta de corrientes subterráneas; éstas, en mi concepto, existen á pesar de la escasa vegetacion.

Hemos visto en otra parte de este Informe que las rocas dominantes en los Placeres de Calamahí son el pórfido y el granito (rocas impermeables), pero tambien que éstas son las componentes de las montañas que circundan el extenso valle, ya muchas veces mencionado: tambien dijimos que entre estas montañas se encuentra la pizarra en distintas variedades, siendo una la pizarra micácea, roca muy permeable, y que en el pozo abierto en este valle tenemos areniscas y calizas tambien permeables; por consiguiente, la presencia de las rocas impermeables, en lugar de impedir la formacion de corrientes subterráneas, tal vez han ayu-

dado eficazmente á esta formacion, pues la circunstancia de la disposicion que tienen estas rocas, las impermeables rodeando cierta extension de rocas permeables, es muy favorable para la formacion y aun mantencion de fuentes interiores; por consiguiente, la disposicion de estas rocas ha venido á subsanar los otros inconvenientes que pudiera haber. En la Mision de Santa Gertrudis, no muy léjos de Calamahí, está la demostracion de lo que acabo de decir; en dicha Mision las lluvias son escasas como en los Placeres; la vegetacion lo mismo, se encuentra rodeada por montañas de granito, y sin embargo, existe entre estas montañas una fuente natural brotante (venero), produciendo agua en cantitad considerable, hará no sé qué tantos centenares de años. Así pues, la naturaleza previsora ha venido á colocar estas montañas impermeables para ayudar al hombre que vendria despues con su industria á proveer á aquella desolada region de Calamahí de elemento tan preciso. Paramelle acerca de este mismo punto dice: "Estos terrenos, siendo impenetrables á las aguas pluviales, no pueden nunca producir fuentes por sí solos; sin embargo, cuando están cubiertos ó entremezclados con capas permeables, concurren poderosamente á la formacion de las fuentes, sin que ellas les impidan bajar á grandes profundidades; las recogen, las sostienen y las trasmiten fuera de la tierra." Creo, pues, que las rocas impermeables, colocadas tal como se encuentran en Calamahí, son un voto más de aprobacion en la apertura de pozos artesianos.

No queda por contestar más que la cuestion de valles abiertos: acerca de esto me parece haber dicho ya lo suficiente en otra parte de este Informe; por lo cual se habrá visto que tampoco es una circunstancia contraria á los pozos, sino favorable: dije entónces, y repito ahora, que aun cuando el valle no es enteramente cerrado, tiene tan estrecha salida, que da lugar á la formacion de lagunas interiores, lo cual nadie podrá negar si ántes ha examinado el terreno. Por no incurrir en repeticiones inútiles, doy por contestado este último punto tambien, pues aun cuando aquellos valles no sean enteramente cerrados, se verifica en ellos lo mismo que en los que lo son, y éstos son propicios á los pozos artesianos.

De todo lo expuesto, fácil será deducir que, en mi concepto, es muy posible buenos resultados en la apertura de pozos artesianos; quizá mis opiniones no tengan valimiento alguno, por ser yo quien

las emito, pero desearia saber cuál es la de algun perito en el ramo, tomando en consideracion los datos y observaciones de que me he valido yo para opinar como lo he hecho. Ahora bien; no creo que el objeto principal sea obtener una fuente artificial brotante, sino tener agua, sacándola de las entrañas de la tierra: para esto, tendriamos que averiguar si existen en el interior corrientes subterráneas, y desde luego tenemos el pozo de D. Emiliano Ibarra, que nos está enseñando lo que buscamos; además, si la disposicion de las capas no nos permitiera obtener una fuente artificial brotante en la superficie, bien puede abrirse un pozo comun cuya profundidad no será mucha, porque así lo permiten la inclinacion de las capas, y despues, en el fondo de este pozo, practicar un sondeo que elevará el agua hasta dicho pozo: esto lo digo en caso de que fuera impracticable obtenerla directamente en la superficie. En Europa se cuentan ya algunos pozos abiertos de este modo.

Otras muchas razones más podria exponer en favor de los pozos artesianos, pero creo haber dicho ya lo suficiente. Termino, pues, el presente Informe deseando que en él se encuentre algo útil; si así es, y merece la aprobacion de vd., Sr. Ramos, quedará muy satisfecho su más adicto, atento y seguro servidor.

E. Martínez Baca.

INFORME

Sobre el estado actual del Volcan de Colima, por Mariano Bárcena, Profesor de Geología y Director del Observatorio Meteorológico Central.

El Volcan de Colima se encuentra situado á los 19° 30′ 25″ latitud N. y á los 4° 37′ 55″ 2 W. del Meridiano de México. Está comprendido en el 9º Canton del Estado de Jalisco y muy cerca del límite del de Colima: dista 132 kilómetros al Sur de Guadalajara y 33 al Norte de Colima.

Como el fin principal del presente Informe sobre este Volcan, es describir su estado actual y calcular los peligros que pudiera ofrecer á la ciudad de Colima y demas poblaciones inmediatas á aquel centro de fuego, segun el tenor de la comision con que nos honró la Secretaría de Fomento, creemos conveniente dividir esta noticia en las partes siguientes, que comprenden los datos indispensables para tal fin.

1º Configuracion topográfica de la comarca donde se encuentra el Volcan y situacion de las poblaciones, haciendas y ranchos más próximos á él.

2º Formacion geológica de dicha comarca.

3º Estado actual del Volcan, su fuerza de proyeccion y extension á que han llegado los productos de sus erupciones.

4º Escala de intensidad de los fenómenos que ha presentado el mismo Volcan.

5º Deducciones que de esos datos se desprenden aplicadas al objeto de este Informe.

§ I.—Configuracion topográfica de la comarca donde se encuentra el Volcan; situacion y altitudes de los puntos poblados, más cercanos.

El pico llamado Volcan de Fuego, y que es donde ahora se encuentra la actividad volcánica, forma parte del grupo montañoso del Volcan de Nieve ó Nevado de Colima, como se designa á la altura dominante del grupo. Este se halla tendido casi en la direccion de Norte á Sur entre las cordilleras de "Sierra del Tigre" y de "Zapotitlan," situada la primera del lado oriental y la otra hácia el Occidente.

El grupo del Nevado se destaca dominando todas las alturas vecinas y se halla constituido por robustos contrafuertes y eminencias que encierran entre sí arroyos profundos y hondas barrancas, como las de Atenquique y Beltran, célebres en los anales guerreros del país. Son notables estas oquedades, sobre todo en la region oriental del grupo montañoso referido, y las cuales van á desembocar al cauce del rio Coahuayana; al lado occidental está labrado el lecho del rio de la Armeria, que, como aquel, va á verter sus aguas al Pacífico.

El resto del terreno, en las inmediaciones del Volcan, forma el declive que se dirige hácia Colima y á la costa, con más ó ménos interrupciones que le presentan varios grupos montañosos, ó forma valles, cañadas y barrancas que tropiezan con los muros laterales de montañas.

Dijimos que las eminencias principales del grupo que comprende el Volcan, eran las llamadas "Volcan de Nieve" y "Volcan de Fuego."

La primera está al Norte de éste y se levanta sostenida por varios contrafuertes de pendientes rápidas, coronada por una eminencia crateriforme abierta al S. O. y formada por paredes de roca acantilada. El ascenso á ese cráter extinguido es penoso y difícil, pues además de la rapidez de las pendientes que con-

ducen á esa cúspide, ya al aproximarse á ella, hay cortes acantilados que dificultan notablemente el ascenso.

Al llegar á la entrada del cráter hay una pendiente formada de arenas y fragmentos de rocas sueltas, que parten del respaldo opuesto del cráter y están tendidas á 40° de inclinacion. La forma del cráter es la de un circo que tendrá 150 metros de diámetro y se prolonga con dos muros laterales formando la calle ó entrada del mismo.

El ascenso hasta aquella eminencia lo hicimos con bastante fatiga y dificultad, el Sr. D. Lucio Uribe, de Colima, el que suscribe y el guía ó ayudante Salvador Diaz, acompañante del Sr. Matute, pues los guías de la localidad declararon la imposibilidad del ascenso por aquel rumbo, y se volvieron al campamento inmediato donde habiamos pasado la noche.

En la cumbre del Nevado, á las diez de la mañana del 20 de Octubre próximo pasado, la presion barométrica era de $463^{mm}.11$ y la temperatura ambiente de + 5° C.

El Sr. Uribe experimentó algunas perturbaciones en la respiracion y nuestro pulso batia 150 veces al minuto.

El campamento donde habiamos pasado la noche anterior, estaba 300 metros más abajo que el cráter y en la parte Sur: la temperatura nocturna bajó hasta + 1°5 del C., deteniendo su rápido descenso á la madrugada, á causa de la niebla que vino á envolver la cumbre de la montaña. El ozono dió las siguientes indicaciones, debidas probablemente á la influencia de los bosques de pinos que pueblan las pendientes:

Campamento, Noviembre 19—9h. p. m. 6°.

Cumbre del "Nevado," Noviembre 20—10h. a. m. 8°.

En la tarde anterior á la de la observacion hubo lluvia en la parte média de la montaña, y en la cumbre la lluvia pasó al estado de granizo: en la madrugada, ántes de la llegada de la niebla, escarchó al nivel del campamento y en una grande extension.

Colocado el observador sobre el cráter del Nevado, descubre un extenso y admirable panorama, que nosotros solamente en cortos intervalos pudimos percibir á causa de las masas de nu-

bes que flotaban abajo de nuestra posicion, ocupando los valles y barrancas inmediatos.

Pudimos sin embargo distinguir al mar Pacífico hácia el Sur, y espléndidos paisajes hácia otras direcciones, donde se dibujaban grupos montañosos, de contornos inciertos, y envueltos por esa gaza azul y vaporosa que se interpone á nuestra vista, á través de los abismos y de las grandes distancias.

La vegetacion es vigorosa y exuberante en las faldas de aquellas montañas, y las familias de plantas se van acomodando á las exigencias de la temperatura, segun sus variaciones por el ascenso. Así, en la base hay bosques de elevados pinos que dominan hasta que la presion llega á 627 milímetros; en seguida ocupan el terreno las encinas y las *ericáceas* hasta que el barómetro marca 611 milímetros: hay despues una zona de *leguminosas* herbáceas, y á 557 milímetros de presion, se encuentran colonias de *fucroias* elevadas, simulando bosques de palmeras; viene luego el campo de los *lupinos* y *penstemons* hasta la presion de 481 milímetros, en que los pinos forman la vegetacion arborecente, y la herbácea, las *gramíneas* y las *umbelíferas.* En fin, á 473 milímetros de altura barométrica, se encuentra el último pino, enfermizo y raquítico, lastimado por el ímpetu del viento y abatido por el enfriamiento de la atmósfera; su estatura apénas llega á un metro, miéntras que sus congéneres y los *oyameles* que viven en la base de la montaña, se elevan magestuosos hasta 20 metros de altura. Despues del último pino hay algunos matorrales de cipreses pequeños, refugiados contra las rocas, y en el campo no quedan más que algunas gramíneas diseminadas y algunas siemprevivas muy pequeñas del género *Echeverría*, que se atreven á elevarse hasta cerca del cráter del "Nevado," y de allí se levantan desnudas é imponentes las rocas porfídicas que lo coronan. La altura del Nevado, segun las observaciones que ahora practicamos y comparando nuestros cálculos con los obtenidos por el Sr. Matute, puede fijarse en 4334.57 metros sobre el mar; su altura sobre la hacienda de San Márcos, que está en la base de la montaña, en la region S. E., es de 3196.70 metros.

Los Sres. Monserrat y Dolfus, geólogos de la espedicion francesa, asignan al "Nevado" la altura de 4304 metros sobre el Océano.

La altitud que nosotros calculamos con referencia al mar dió 4272$^{ms.}$ 27. Además, calculando con observacion simultánea que rogamos al profesor D. Lázaro Pérez, que anotara con barómetro de mercurio en Guadalajara, da de diferencia entre el "Nevado" y esta ciudad 2720 metros; y como la altura de Guadalajara es de 1566.90 metros, segun cálculo del Sr. ingeniero D. Vicente Reyes tomando en cuenta observaciones barométricas simultáneas entre Guadalajara y Veracruz, resulta, por adicion, una altura de 4334.57 metros para el "Nevado," por este otro procedimiento, que es la cifra que adoptamos.

El Volcan de Fuego está inaccesible actualmente, á causa de las capas de arena y escorias movedizas que cubren sus faldas, y tambien por la temperatura de esos materiales que á cierta distancia sobre la base, ya no permiten que álguien se acerque á tocarlos.

Nosotros intentamos el ascenso acompañados de D. Lucio Uribe y D. Federico Schacht por la parte S. E. del cono, y llegamos hasta la altura de 3170 metros; pero allí las rocas se desgajaban á nuestra vista y corria la arena candente por las faldas del cono.

El Volcan de Fuego está al Sur del pico del "Nevado" y hay una distancia próximamente de 7 kilómetros entre ambos vértices: la forma del Volcan es la de un cono elegante y magestuoso, por tres costados, y en la parte N. E. presenta el nuevo cráter abierto en 1869 rodeado de las grandes acumulaciones de rocas, que ha producido y se derraman sobre el cono mismo y en las pendientes y cañadas del "Nevado."

La altura del cráter principal en que termina el gran cono, la tomamos con línea de nivel, colocados sobre un punto conveniente de la pendiente del "Nevado," y resulta ser de 3960.90 metros, que difiere poco de la que determinaron Monserrat y Dolfus, que ascendieron al cono en 1865, ántes de la actual erupcion.

Dada una idea de la topografía de la comarca, vamos á citar las poblaciones, haciendas y ranchos más cercanos al Volcan:

Nombres de las localidades.	Categoría de las mismas.	Region en que están respecto del Volcan.	Estado á que pertenecen.	Altura en metros sobre el mar.	Diferencia de altura respecto del Volcan.	Distancia en kilómetros respecto del Volcan.
Zapotlan	Ciudad	N.	Jalisco	1563.80	—2396.10	25.0
Zapotíltic	Pueblo	N.E.	,,	1279.77	—2680.80	22.5
Túxpan	,,	N.E.	,,	.....	.....	27.5
Tonila	,,	N.E.	,,	1297.04	—2658.53	16.0
Colima	Ciudad	S.	Colima	393.70	—3563.84	33.0
San Gerónimo	Pueblo	S.E.	,,	971.54	—2989.03	24.0
Comala	,,	S.O.	,,	551.89	—3408.68	25.0
Suchitlan	,,	S.O.	,,	.....	.....	17.0
Mozatlan	,,	S.O.	Jalisco	.....	.....	20.0
Zapotitlan	,,	O.	,,	.....	.....	16.5
Toliman	,,	N.O.	,,	.....	.....	31.0
Copala	,,	N.O.	,,	.....	.....	20.0
Mista	,,	N.O.	,,	.....	.....	25.0
San Gabriel	Villa	N.O.	,,	.....	.....	25.0
Huescalapa	Hacienda	N.E.	,,	1451.80	—2508.87	22.0
El Rincon	,,	N.E.	,,	.....	.....	27.5
Sta. Cruz de Duque.	,,	N.E.	,,	1172.30	—2788.27	30.0
Atenquique	Rancho	N.E.	,,	1277.64	—2683.26	20.0
Agosto	,,	E.	,,	1221.55	—2739.35	20.0
Platanar	Congregacion	S.E.	,,	984.39	—2976.18	20.0
Piaya	Rancho	S.E.	,,	1063.10	—2897.47	20.0
Beltran	,,	S.E.	,,	586.93	—3373.64	21.0
San Márcos	Hacienda	S.E.	,,	1137.87	—2822.70	16.5
El Gachupin	Rancho	S.E.	Colima	1534.93	—2605.64	15.0
Quesería	Hacienda	S.E.	,,	.....	.....	24.0
La Joya	Rancho	S.E.	,,	1321.35	—2639.22	8.0
Nogueras	Hacienda	S.	,,	608.65	—3351.92	26.0
El Jabalí	Rancho	S.	,,	1419.16	—2541.41	8.0
San Antonio	Hacienda	S.O.	,,	1161.92	—2798.65	10.0
La Concepcion	,,	S.O.	Jalisco	1521.35	—2639.22	7.5
El Jazmin	,,	N.O.	,,	.....	.....	25.0
Totolimispa	,,	N.O.	,,	.....	.....	34.0

§ II.—Constitucion geológica del Volcan y sus cercanías.

Dos son las formaciones geológicas que se descubren en la comarca referida; la eruptiva y la aluvial.

El macizo del grupo montañoso del "Nevado" es de pórfido rojo traquítico, con cristales de hornblenda diseminados en varias direcciones; con este pórfido alterna otro de caracteres análogos y de color gris azuloso. El pórfido se ve en el coronamiento del "Nevado" y en los estribos que allí concurren, y se nota tambien en la base de la montaña, en el punto de partida del cono de fuego; el resto de las pendientes, así como las cañadas y barrancas, están recubiertas por una gruesa formacion de acarreo, constituida de blocs de basalto de varias dimensiones y de arcilla, de cuya formacion nos ocuparémos despues.

En la cumbre del "Nevado" el pórfido aparece dispuesto en lajas, dirigiéndose de Norte á Sur y con echado al Este: los labios ó paredes del cráter están formados de masas de pórfido resquebrajadas, en forma de cuartones, y en algunas partes aparecen, bajo de ese pórfido, aglomeraciones gruesas de brecha volcánica de igual naturaleza que las masas citadas.

Como ántes se indicó, este coronamiento es claramente crateriforme, y es probable que los Sres. Monserrat y Dolfus que ascendieron al "Nevado" en 1866, no hayan observado este cráter, pues dicen que esa montaña no tiene ninguna apariencia de volcan, y sólo citan en su cúspide una arista de rocas porfídicas resquebrajadas.

En nuestro concepto, el "Nevado" es un antiguo volcan desahogado más tarde por un cráter lateral, que hoy constituye el Cono de Fuego, y es probable que sobre las pendientes mismas del "Nevado," se hayan abierto las grietas ó bocas que dieron salida á las innumerables masas basálticas que hoy llenan las pendientes de la montaña y forman enormes depósitos de aca-

rreo, en las cañadas, barrancas y valles relacionados al Volcan y que se extienden en varias direcciones.

El Volcan de fuego, inaccesible como hoy se presenta, no permite ver las rocas que forman cu cuerpo, pues está revestido de cenizas, escorias y arenas sueltas, en todas direcciones. Podemos, sin embargo, deducir su composicion, atendiendo á que puede considerarse como un cono secundario del "Nevado" y que hoy ha llegado á dimensiones colosales; suposicion que robustecen las noticias que de ese cono publicaron Monserrat y Dolfus, que lograron subir hasta su cumbre en 1866, ántes de la erupcion actual.

El macizo de este cono debe ser todo de pórfido revestido por los productos basálticos, las escorias y cenizas de las erupciones diversas que ha ido presentando.

Nosotros pudimos escalarlo solamente hasta la altura de 3170 metros y vimos el pórfido en la base, y sobre éste las masas de basalto; en las pendientes sólo observamos las acumulaciones sueltas, producto de erupciones modernas.

Monserrat y Dolfus dicen que en 1866 habia un muro circular de masas porfídicas al derredor de la base del cono, y que el cráter estaba formado por un anillo de rocas de igual naturaleza.

Con estos datos podemos inferir la formacion de estos volcanes.

Al principio habria una formacion porfídica de masas sobrepuestas en láminas ó lajas, y un gran impulso volcánico vino á levantarlas formando el pico y cráter del "Nevado," y el cono lateral que hoy es Volcan de Fuego: las deyecciones porfídicas que aparecieron en el coronamiento ó cúspide, rodaron á las bases de la montaña, formando las aglomeraciones que hoy se perciben, como las que citan Monserrat y Dolfus en el pié del cono. A este levantamiento formidable se siguieron las erupciones volcánicas, que han producido tantos materiales que forman las acumulaciones relacionadas á aquel grupo montañoso.

Fuera de estos macizos de roca eruptiva, se encuentran otros diseminados á distancias variables del Volcan y formando ce-

rros de diferentes alturas. Por el lado Sur hay dos eminencias de roca basáltica y que son llamadas "Los Hijos del Volcan;" forman diques laterales y deben ser análogos y contemporáneos de otras eminencias que se agrupan y erizan al Volcan en diversas direcciones.

A cuatro kilómetros de Zapotlan y hácia el Sur, hay un cráter parásito, de poca altura, y que es conocido con el nombre de *Apaxtepetl;* nombre que alude á su forma y á su naturaleza, pues los antiguos mexicanos llamaban, y los indígenas actuales llaman aún, *apaxtles* á ciertas basijas de figura cónica, y con aquel nombre compuesto quisieron designar un apaxtle de piedra. El Apaxtepetl es un cráter formado de basalto negro escorioso y del cual dependen corrientes de lava basáltica que se extienden en ancho espacio sobre los aluviones cuaternarios. Este derrame es análogo, segun nuestro juicio, al que forma el "Pedregal" de San Angel en el Valle de México, y á otros muchos derrames esparcidos en algunas localidades del país, sobre las tobas cuaternarias.

Las rocas de las erupciones más recientes del Volcan de Colima, son traquitas basálticas y porfiroides de color oscuro que pasan á piedra pez y abundantemente provistas de feldespato vidrioso, de algunos cristales de hornblenda y de granos de olivino. Con esta composicion se presentan masas de rocas, ya diseminadas sobre las pendientes del Volcan, ya formando acumulaciones cerca de los puntos de salida ó en el fondo de las barrancas, adonde caen esos productos al rodar sobre las pendientes de la montaña.

Las rocas producidas por estas erupciones recientes se encuentran en masas de variados tamaños, desde muy grandes hasta los ripillos ó matatenas, y hasta los granos de arena y las cenizas. Las masas grandes son generalmente angulosas en sus contornos, á causa de la division que van sufriendo al enfriarse; pero todas reconocen la composicion referida con más ó ménos variaciones en el color y en el aspecto.

Relacionando la composicion de las rocas eruptivas del Volcan de Fuego con su cronología ó edad relativa, tenemos, como

primeras ó más antiguas, á los pórfidos traquíticos rojos ó azulosos; despues á los basaltos traquíticos más oscuros; en seguida á las corrientes de basalto escorioso del Apaxtepetl, y al fin las traquitas basálticas, porfiroides más ó ménos relacionadas en su base á la piedra pez y conteniendo cristales de feldespato vidrioso, de hornblenda y algunos que parecen de andesita, y á todos se asocian en muchos casos, los granos de olivino. Los ripillos, la arena y la ceniza, vienen á ser los productos de la division de esos materiales.

Ocupémonos ahora de las formaciones de acarreo.

Tan importantes ó más que las ígneas, son en aquellos lugares las formaciones aluviales formadas con los blocs volcánicos, ya cubriendo las pendientes de las montañas, ó llenando las barrancas y los valles.

Desde las barrancas de Atenquique, El Platanar y Beltran, y en las demas que se encuentren en otras regiones del Volcan, se puede formar idea de la potencia é importancia de tales depósitos.

En Atenquique el órden más comun en esas formaciones es el siguiente: toba pomosa ó cenicífera en la base; boleo de pórfido en capas de dos á cuatro metros de espesor; boleo de basalto grueso formando espesor hasta de más de 20 metros.

Esta colocacion varía en algunas partes en que falta alguno de aquellos bancos ó se hallan depositados en lechos de menor espesor.

Depósitos semejantes, como hemos dicho, se encuentran sobre las pendientes de los volcanes, ocultando la roca primordial ó que forma el macizo.

Esas acumulaciones que en tiempos anteriores llenaron las más profundas barrancas y terraplenaron los valles, han sido cortadas y excavadas despues por las aguas, mostrando ahora cortes de más de 200 metros de espesor.

Notables son en este respecto las secciones que se ven en las barrancas de Atenquique y Beltran, y tambien en la Joya, por el lado Sur, donde se ve un ancho valle de excavacion, contenienpo en su centro montículos elevados ó cerritos de acarreo,

aislados, que quedaron cortados por la accion erosiva de las aguas. Otra cosa que llama la atencion en aquellos terrenos de acarreo, es el volúmen de muchas masas de basalto y la situacion que ahora guardan; masas hay de más de 50 metros cúbicos y colocadas en la pendiente de las montañas ó en el centro de la llanura.

Allí, donde no se percibe ningun signo de la accion glacial para admitir que las masas de hielo hubiesen trasportado aquellos blocs, sólo puede explicarse su distribucion por la accion erosiva de las aguas, que ha minado las bases de sustentacion de esos blocs, bajándolos solamente de la altura á que se encontraban y dejándolos reposar sobre su línea de proyeccion.

Los terrenos en que se halla edificada la ciudad de Colima y otros que se extienden en varias direcciones sobre los declives Sur, Este y Oeste hácia la costa, presentan composicion análoga á la que acabamos de mencionar; miéntras que por el lado Norte del Volcan, hácia el valle de Zapotlan, dominan más bien las tobas pomosas y cenicíferas de la edad cuaternaria.

Ya hemos indicado que por la posicion que guardan esos blocs de basalto, es de suponer que procedan de salidas verificadas por los cráteres referidos, y tambien por diques abiertos sobre las pendientes del "Nevado" y sus contornos, como se ve en los cerros llamados "Hijos del Volcan." Aguas torrenciales vinieron despues á empujar esas aglomeraciones de rocas y á mezclarlas con las arcillas y otros materiales sedimentarios.

A las formaciones referidas hay que añadir las mesozoicas que se notan en algunos cerros lejanos, como en Huescalapa, El Rincon, El Cortijo, Juluápan, etc. En los primeros encontramos restos de *radiolitas* en las rocas calcáreas que los forman, y del último vimos algunas lajas calizas con *amonitas.*

§ III.—Estado actual del Volcan.

Para descubrir el estado que actualmente presenta el Volcan de Colima y comparar la intensidad relativa de sus erupciones, necesario es ántes trazar la cronología ú órden de los fenóme-

nos que el Volcan ha ido presentando, ya deduciéndolos de la observacion de las rocas que lo forman, ya recogiendo las tradiciones y noticias que acerca de aquel centro de fuego conservan los habitantes de la comarca.

Dijimos ántes que la presencia de los pórfidos en la base de aquel grupo montañoso, idénticos á los que se encuentran en las cumbres dominantes y en los labios de los cráteres, demuestra que el primer impulso volcánico se abrió paso á través de una formacion porfídica, cuyas láminas ó lajas se ven ahora removidas y dislocadas en la altura. Este fué, pues, el primer período de erupcion, cuando se abrió el cráter del "Nevado" y tambien la boca parásita ó secundaria que dió orígen al actual Volcan de Fuego.

Vino despues la gran erupcion basáltica proporcionando los gruesos blocs y otros materiales que formaron más tarde el gran acarreo, que hoy se observa en aquella region; esos blocs deben haber brotado, en su mayor parte, por grietas ó diques, algunos de los cuales quedaron formando varios de los accidentes que hoy se perciben en el Volcan y sus cercanías.

A estos fenómenos, qne fueron seguidos por los acarreos formidables que forman aquellos terrenos, se sucedió la apertura del Apaxtepetl, al mismo tiempo que en el valle de México y en otras localidades del país se hacian derrames basálticos análogos, sobre las tobas y otros depósitos cuaternarios.

A este período de actividad debe haberse seguido la de los volcanes del país, incluso el de Fuego de Colima, que derramaban de un modo intermitente sus productos, elevando pausadamente los conos en que se abrian sus cráteres; período que ha seguido hasta la época actual con intervalos variables de reposo.

Estos son los períodos ó épocas de actividad que la observacion hace deducir del Volcan de Colima; entremos ya en la época en que la tradicion ó la historia pueden revelar la cronología de tales fenómenos.

Los vecinos de Zapotlan citan algunos datos recogidos en las crónicas, y dicen que en 1576 hizo fuerte erupcion el "Colima," causando notablas estragos.

Segun refiere el viajero Herzog, que interrogó á los indígenas más ancianos de Zapotlan y San Márcos, y tambien recogió datos tradicionales de aquellos lugares, en 1611, el 15 de Abril, arrojó el Volcan mucha arena, ceniza y escorias, alcanzando aquellas hasta un radio de 40 leguas, y siguieron temblores hasta 1613, habiendo ocasionado desastres en las poblaciones de Zapotlan, Guadalajara y otros puntos.

En 1743 se notaron muy fuertes temblores, principalmente en Zapotlan, y el 22 de Octubre fueron destruidas muchas casas y los árboles azotaban el suelo con sus copas: durante doce dias abandonaron sus casas los habitantes del lugar refugiándose en chozas de zacate. Pudo haberse relacionado este período seisínico á la aparicion del Jorullo, que tuvo lugar on 1759, y tal vez los impulsos volcánicos encerrados, se abrieron esta nueva salida ayudando en sus desahogos al "Colima."

Siguió tranquilo este último Volcan hasta el año de 1806, en que el 25 de Mayo, á las 4 y 30 minutos de la tarde, hubo un temblor formidable que derribó la iglesia parroquial de Zapotlan; edificio fuerte que habia resistido á tantas sacudidas anteriores, y en esta vez se desplomó matando cerca de 2,000 personas que á esa hora estaban allí congregadas en ejercicios de misiones! Casas hubo que quedaron cerradas, sin habitantes, despues de la catástrofe.

Cuentan los ancianos de la localidad, que el Volcan estuvo en erupcion en ese tiempo, conservándose así hasta 1808.

Vino un nuevo período de reposo hasta el año de 1818, y el 15 de Febrero estalló el Volcan, arrojando escorias y tantas arenas y cenizas, que llegaron hasta Guadalajara, Zacatecas, Guanajuato y San Luis. En Zapotlan fué necesario arrojar con escobas las cenizas de los techos de las habitaciones. Así lo refieren los antiguos moradores del lugar. Los vecinos de San Márcos, aseguran que por aquel tiempo se cubrió de lava el Volcan, la cual corria rumbo á la barranca del Muerto, destruyendo montes y ganados: se escucharon detonaciones subterráneas y algunas piedras hechas ascua caian hasta el pié de la montaña.

Despues sólo siguió emitiendo columnas de humo, y no se advierte durante cuánto tiempo, y además se sintieron algunos temblores en los años posteriores.

Permaneció el "Colima" en los tiempos recientes con todos los caracteres de reposo, y no de un Volcan extinguido, pues las solfataras y respiraderos de vapor no dejaban de percibirse en el fondo y bordes del cráter.

Antes de citar la nueva época de actividad, que se ha prolongado hasta la fecha, vamos á dar una idea de cómo se encontraba el Volcan pocos años ántes de sus nuevas manifestaciones, para observar las modificaciones que con ellas ha sufrido.

Para conocer ese aspecto que guardaba el "Colima," tenemos las noticias publicadas por Harcort en 1834, las de Monserrat en 1866, y tambien una fotografía tomada por D. Manuel Z. Gómez, en que se ven con toda claridad los picos "Nevado" y de "Fuego."

Harcort y los Sres. Rugendas, Parga y Estrada examinaron el Volcan á principios de 1834, y de su Informe se publicó un extracto en la Estadística de Colima, impresa en 1842. Dicen los observadores que, en esa fecha, brotaban vapores calientes y sulfurosos del cráter y de sus lados, los cuales no se percibian más que de cerca; calculan que el diámetro del cráter era de 150 piés.

Segun Monserrat y Dolfus, en Marzo de 1866, en que hicieron su ascension al "Colima," el cono se levantaba magestuoso desde un recinto ó anillo circular de rocas porfídicas, Estaba del todo aislado y revestido de escorias rojizas y negruscas, fragmentos movedizos, cenizas y algunos blocs gruesos desprendidos de la cumbre; la inclinacion de las paredes era variable, llegando hasta 40°. Un poco abajo de la cúspide se notaba una ligera depresion rodeada de un muro de rocas porfídicas, llenas de hendeduras y canales, indicando una accion gaseosa bastante reciente. El borde exterior del cráter estaba formado por una muralla porfídica, levantada en el momento de la erupcion principal. El cráter tenia la forma de un embudo; su mayor profundidad de 230 metros: la primera parte del cráter tenia una

pendiente de 30° y la segunda formaba un plano inclinado de 41°. El diámetro mayor del cráter tenia 500 metros y su direccion era N. 55° E. á S. 55° O.: el diámetro menor alcanzaba 450 metros y el del fondo 50. En los lados interiores del cráter se percibian restos escorificados de rocas porfídicas, negruscas, con revestimientos amarillos de azufre sublimado. Habia fumarolas que se percibian á gran distancia, siendo en número de veinticinco las principales, y colocadas en mayor cantidad en el lado exterior, Noreste del cráter, y la temperatura de esas humaredas era de 76 á 78 grados centesimales. El barómetro marcaba sobre el cráter 482 milímetros de presion, y el termómetro C. + 9°5 á las tres de la tarde.

Por los datos que nosotros recogimos de los habitantes del lugar, supimos que ántes de la presente erupcion habia una esplanada ó meseta poco inclinada y de regular extension, en el lugar que hoy ocupa la lava del nuevo cráter, y de allí al "Nevado" una série de montículos llamados "Cerros de las Playitas."

Teniendo ya idea de cómo era el aspecto topográfico en el Volcan y lugares cercanos, ántes de la presente erupcion, nos ocuparémos de señalar los principales datos de este nuevo período activo del "Colima," refiriéndonos á las noticias que nos proporcionó el Sr. D. Manuel González y Castellanos, así como varios datos que recogimos de otros testigos respecto de aquellos fenómenos. Contamos igualmente con las fotografías y notas tomadas por el Sr. D. Manuel Z. Gómez, que con decidido empeño y constancia ha seguido las faces todas de las erupciones,

El 12 de Junio de 1869 comenzó la emision de columnas de humo hácia la parte N. E. del Volcan de Fuego, y al principio se creyó que fueran ocasionadas por el incendio de algun monte; pero al entrar la noche se vió que eran el efecto de erupcion del Volcan, pues se percibieron las detonacienes subterráneas, el fuego y las masas incandescentes que brotaban de aquel lugar. Tenemos á la vista un dibujo tomado por D. Francisco Rivas desde la torre de Tonila, á las nueve y diez minutos de la no-

che del propio 12 de Junio, y aparece la erupcion bajo la forma de un gran globo formado de vapores y alumbrado por multitud de relámpagos y fragmentos de rocas enrojecidas, que se desprendian del mismo globo. Aunque del cráter principal, que se haya en la cima del gran cono, brotaban algunas humaredas, esta erupcion se estaba efectuando por una abertura hecha sobre el mismo cono, un poco abajo de la cúspide y en la region Noreste.

Siguió la erupcion con actividad, pues en 21 de Agosto del propio año de 1869, en que visitó el Volcan una comision compuesta de los Sres. Miguel Orozco, Manuel Z. Gómez y Jesus Martínez, el nuevo cráter tenia ya en su contorno un inmenso promontorio de rocas incandescentes, esparramado en el ancho espacio que ántes ocupaba la meseta de las "Playitas," que hemos citado, y elevándose á 300 metros de altura, segun cálculo de los mismos observadores. El monton de rocas avanzaba de 2 á 6 metros por dia y sus contornos eran acantilados, lo que ayudaba al avance, pues las masas de rocas se desgajaban, y rodando por las pendientes del promontorio, se llevaban á otras produciendo derrumbamientos en diversas direcciones.

Debemos observar aquí, que de una manera idéntica se verificaba la erupcion del "Volcan del Ceboruco" en la Municipalidad de Ahuacatlan, del Estado de Jalisco; erupcion que comenzó en Febrero de 1870, y que nosotros observamos en Marzo de 1875. No sólo habia simultaneidad en la verificacion de esos fenómenos en los dos volcanes, sino tambien analogía en los modos de erupcion y en la naturaleza de sus productos.

Una fotografía tomada desde San Márcos por D. Manuel Z. Gómez el 21 de Agosto de 1869, es decir, en los dias de reconocimiento que hizo del Volcan de Colima la comision referida, manifiesta el promontorio de rocas formado en la parte N. E. del declive del gran cono, y ya en esa fecha las rocas incandescentes caian hácia la barranca de San Marcos: del promontorio nuevo se levantaba una enorme columna de vapor, miéntras que del cráter principal solamente salia una ligera humareda.

Segun los informes del Sr. González Castellanos, el Volcan

entró en una quietud relativa, ó más bien puede decirse que se conservó en un estado latente de erupcion, sin presentar notables manifestaciones, en los años de 1870 y 71; pero el 26 de Febrero de 1872, á las 10 y 30 minutos de la mañana, comenzó una nueva série de erupciones notables; en esa fecha se elevó del cráter una hermosísima nube en forma de árbol, la cual tomó la direccion N. O. del Volcan, descargando arena y ceniza por el rumbo de San Gabriel. Esta erupcion la vemos tambien consignada en las fotografías del Sr. Gómez, y al elevarse esa gran columna de vapor, no aparecia humareda alguna en el cráter del gran cono.

El 19 de Marzo siguiente, al entrar la noche, hubo una fuerte detonacion, bañándose en seguida de fuego todo el cono del Volcan, y llovió ceniza fina sobre San Márcos; las vistas tomadas en esa fecha muestran una columna elevadísima de vapor, flamas que brotan del cráter nuevo, y peñascos enrojecidos que caen de la nube sobre la montaña.

Hubo otras fuertes erupciones el 27 y 28 del mismo Marzo, á las 7 y 30 minutos de la mañana la primera, y á las 8 y 45 del dia la segunda, siendo ésta más intensa que la anterior. Tembló la tierra y llovió mucha arena gruesa sobre San Márcos, produciendo sobre las hojas de los árboles el mismo ruido que la lluvia fuerte.

En las fotografías del Sr. Gómez, y en los dibujos de D. Francisco Rivas, vemos otras erupciones muy notables ocurridas en 1872 y en las fechas siguientes: Abril 10, á las 10 y 30 minutos p. m.: Abril 16, á las 10 y 15 y á las 10 y 30 minutos a. m.: Agosto 13, á las 11 del dia. Esta es la erupcion más hermosa de todas las que han sido reproducidas por la fotografía: una inmensa columna en forma de árbol se levanta del cráter secundario, y en su tronco se halla cortada á distancias iguales por nubes estratificadas; de la copa del árbol se desprenden hilos de lluvia y en la base corren masas de cúmulos cubriendo el horizonte.

Parece que en el año de 1872 fué más activa la erupcion que en el de 1873, pues de este año sólo encontramos un dibujo

que representa la erupcion de 10 de Febrero, á las cinco de la tarde, y en éste aparece la columna de humo saliendo del cráter superior ó cúspide del cono. No hemos encontrado datos exactos sobre la fecha en que disminuyó la erupcion en el cráter secundario y se hizo una intensa en el principal; sólo este dibujo de D. Manuel Gómez nos indica que en 1873, este cráter se hallaba ya en accion.

Despues de estas noticias con fechas exactas, sólo encontramos otra consignada por el mismo Sr. Gómez, y es del 18 de Octubre de 1877 á las siete de la mañana, y en seguida sólo aparecen los datos referentes al año pasado y al actual.

Del intermedio sólo tenemos informe de que las erupciones continuaron manifestándose de un modo intermitente, pero sin dejar largos espacios de reposo, desde 1873 hasta la fecha.

Parecian de poca importancia los fenómenos verificados hasta 1884, pues la crónica no marca con precision sus fechas, hasta los que tuvieron lugar á fines del año anterior. Estamos, pues, ya en las fechas más recientes. El 26 de Diciembre de 1885 comenzó la nueva serie de manifestaciones activas en el Volcan; entre 6 y 7 de la noche se escuchó fuerte detonacion que vino acompañada de sacudimiento terrestre; el fuego se derramó sobre las cercanías del Volcan, causando incendio en los bosques, que no pudo extinguirse hasta dos semanas despues. En la hacienda de San Antonio, al S.O. del Volcan, nos informan que la detonacion fué repercutiéndose por las montañas durante varios segundos. Tenemos consignados todos los datos de esta erupcion en una serie de fotografías tomadas por D. Manuel Gómez, á las que acompañó una hoja explicativa. A las 6 y 21 minutos de la noche, apareció en el cráter principal una columna de rocas candentes, las cuales se esparramaron sobre las pendientes del Volcan, cubriendo como una tercera parte de su falda: acto contínuo salió del cráter una elevada columna de vapor de elegante figura: á los 15 minutos se escuchó una fuerte detonacion y masas incandecentes rodaban por la falda de la montaña, miéntras que otras saltaban á gran distancia del cráter como

proyectiles. La erupciou duraria como media hora, y despues siguió percibiéndose el fuego en la cúspide del cono.

La familia de D. Cármen Morales, residente en San Antonio, nos ha proporcionado detalles importantes de esta nueva serie de fenómenos. El 6 de Enero del presente año, en la madrugada hubo una fuerte erupcion, y en esta fecha se abrió la nueva boca que ahora se percibe hácia el S.O. un poco abajo del labio del cráter principal.

El 16 de Enero, á las 10 y 15 minutos del dia tuvo lugar otra notable erupcion con fuerte ruido subterráneo, y el 19 de Febrero se verificó otra análoga.

Desde el mes de Mayo datan las lluvias más frecuentes de arena, y que más generalmente se distribuyen en los rumbos Este y Oeste del Volcan.

El 19 de Agosto, en la mañana, se escuchó intensa detonacion hácia el S.O., y en los contornos todos del cráter se percibian densas humaredas.

El 26 de Agosto en la madrugada, se cubrieron de ceniza las calles y edificios de la ciudad de Colima; lluvia producida por una inmensa nube que salió del cráter principal, y fué impelida por los vientos boreales hácia el Sur.

El 28 de Agosto se elevó del cráter la más vistosa y alta columna de humo que han presenciado los habitantes de la hacienda de la Concepcion, segun informes que nos proporcionó el Sr. D. Francisco Carranza que habita en dicha hacienda.

Desde Tonila se presenciaron varias erupciones en los dias 16 y 24 de Setiembre último.

Pocos dias despues llegamos á observar el Volcan, anotando los datos que á continuacion insertamos en este informe.

En los dias 15 á 28 de Octubre de 1869, aparecian desde el amanecer algunas humaredas sobre el cráter principal y otras de ménos importancia en el cono lateral; despues se reunian todas presentando una nube en forma de árbol, y al cabo de 40 ó 50 minutos se cortaba dirigiéndose al S.O. para ser sustituida por otra de iguales condiciones. A eso de las 10 de la mañana las masas de nubes se extendian cubriendo la cúspide del cono

y envolviendo tambien la cumbre del "Nevado," que seguian ocultas á la vista hasta la caida de la tarde; en ese momento volvian á percibirse las humaredas en diversos puntos del cráter principal y del agrupamiento de rocas del nuevo; pero estas humaredas vespertinas eran de menor importancia que las de la mañana. La corona de nubes que diariamente envuelve aquellas cumbres, oculta muchos de los detalles de las erupciones que se están verificando, y solamente se perciben de tiempo en tiempo algunos ruidos lejanos de las detonaciones interiores de los derrumbamientos de las rocas tendidas sobre las pendientes.

Despues de observar el Volcan en sus flancos Este y Sur, pasamos rumbo al Suroeste, situándonos en la hacienda de San Antonio y despues en la de la Concepcion. Desde estas estaciones pudimos percibir todas las noches los derrames de rocas candentes que partiendo del hundimiento hecho en la parte S.O. de la garganta del cráter, se extienden sobre la pendiente de la montaña arrastrando á su paso otras masas de roca y formando cascadas de fuego. Las masas enrojecidas van chiporroteando y saltando; unas se apagan en su trayecto y las otras van á dar á la barranca de la Lumbre que está recibiendo ahora los productos de la erupcion. Estos derrames se perciben cada 4 ó 10 minutos, y desde San Antonio escuchábamos con claridad los chasquidos que producia el choque de esas masas. En el dia se ve el curso de esos derrumbes por las humaredas que van levantando en su marcha.

Durante los dias que estuvimos observando el Volcan no se percibieron las lluvias de arena ó ceniza; pero notamos vestigios de caidas recientes de esos materiales, que cubren las hojas de las plantas en varios puntos de las pendientes del "Nevado" y montañas anexas.

Ya que trazamos el cuadro general de los fenómenos principales que ha venido presentanto el Volcan de Colima desde los tiempos remotos hasta estos dias, ocupémonos en dar una idea del estado que en la actualidad presenta ese centro de fuego.

Como hemos dicho ántes, el fin principal de nuestro ascenso

al "Nevado," fué el de observar desde un punto dominante el aspecto del Volcan de Fuego. Las nublazones y algunas tempestades que se presentaron en aquellas cumbres, durante nuestra excursion, estorbaron, en parte, el desarrollo de nuestro programa; pero los intervalos en que el mal tiempo cesaba, nos dieron lugar para formarnos idea del aspecto de los cráteres y demas detalles del gran cono.

Colocados á una altura absoluta de 3960.^{m}90, nos encontramos al nivel del cráter principal ó cúspide del cono; punto elegido por una visual tangente, y en donde el barómetro marcaba una presion de 479^{mm}11, que difiere poco de 482^{mm}80 anotada por Monserrat sobre el cráter principal en Marzo de 1886. Desde el punto en que nos situamos, se percibe el gran cráter bajo la forma de una curva rodeada por un muro de rocas oscuras, en forma de masas prismáticas, verticales; la curva tiene una abertura hácia el S. E.: hácia el centro del cráter se nota un cono, del cual brotan las principales humaredas, y otras salen de varios puntos del contorno de la gran curva. A un lado, hácia el N. E. está la grande acumulacion de rocas procedentes del cráter nuevo ó de 1869; este cráter es de forma más estrecha que la anterior, abierto casi al Este y tiene tambien muro de rocas paradas, que se perciben con más claridadd en su respaldo y en el lado Norte; de varios puntos brotan humaredas de menor importancia que las emitidas por el gran cráter.

Las pendientes del cono principal están revestidas de arenas, escorias y cenizas, dándole un color blanquisco, con algunas manchas rojas y otras negruzcas.

En el respaldo S. O. de la cúspide, y muy cerca del coronamiento del cráter, se percibe un manchon oscuro que ocupará una cuarta parte de la superficie de esa porcion final del cono, y tiene su forma casi elíptica, con una escotadura en el bordo inferior. Vista esa mancha con un anteojo de regular potencia, resulta ser una oquedad de grandes dimensiones con respaldos interiores de masas gruesas de rocas oscuras. Por la escotadura inferior se ven asomar las masas incandescentes que despues ruedan por las pendientes hasta precipitarse en la "Barranca

de la Lumbre." Por los informes que nos proporcionó la familia que habita la hacienda de San Antonio, supimos que este manchon se vió por primera vez en la mañana del 6 de Enero de este año, y que los derrames de rocas candentes por esa nueva boca, comenzaron á efectuarse desde el 18 de Octubre último, es decir, en los dias de nuestra exploracion, y al retirarnos de la comarca continuaban del modo que acabamos de referir. Los productos eruptivos del gran cráter se distribuyen sobre las pendientes del cono, sobre todo en el lado S. O., formando aglomeraciones en su base, y otros rodando á la Barranca referida.

Por el lado Sur, en una explanada que queda entre los cerritos de los Hijos, y al pié del gran cono, encontramos muchas masas de roca enclavadas unas sobre el terreno, y otras diseminadas en el hoyo mismo que formaron á su caida; las más voluminosas que percibimos tendrian 40 libras de peso; los fragmentos producidos por la explosion ó division de esas masas, se hallan esparcidos en derredor del hoyo y muchos á distancia de más de 3 metros. La textura fresca de los fragmentos y la de la superficie del hoyo, indican que esos proyectiles fueron caidos hace muy poco tiempo, y tal vez en la erupcion del 26 de Diciembre del año pasado, en la que se percibian trozos de roca candente que saltaban léjos de la columna de fuego. Las más que encontramos están formadas por una roca traquítica de base de piedra pez, y otras por basalto oscuro, tambien traquítico, formando gran parte de su masa el feldespato vidrioso, en cristales.

Desde las vertientes del "Nevado," y á distancia aproximada de 6 kilómetros del cráter principal, encontramos aglomeraciones de fragmentos de rocas análogas á las referidas, colocadas sobre las plantas herbáceas, demostrando que su caida ha sido reciente; los más gruesos fragmentos arrojados hasta aquella distancia pesan 8 gramos, y los medianos y más comunes, dos gramos y medio.

A más de 7 kilómetros del cráter encontramos en los lados Este, Sureste, Sur y Suroeste del Volcan, arenas grises, de la

misma naturaleza que las rocas referidas; los más gruesos granos de arena pesan 17 milígramos, y 4 los medianos y más comunes. A la distancia á que nos referimos, las arenas no forman depósitos de más de tres milímetros, salvo en la base de as hojas de las yucas y magueyes, donde tienen mayor espesor.

La ceniza es blanca y áspera; está formada principalmente de granos y cristales remolidos de feldespato vidrioso, fragmentos de cristales de hornblenda, masas oscuras, vitrificadas y granos vítreos de olivino. La distancia á que se distribuye la ceniza es mayor, pues vimos que el 26 de Agosto formó depósito sobre las calles y edificios de Colima, y además nos informó el Sr. D. Agustin Gómez que en Marzo de este año se percibia la caida de ceniza en la hacienda de Cumuato á 32 leguas al Noroeste del Volcan.

Veamos ahora la distribucion de los productos del cráter lateral de 1869.

Por el lado Noroeste del cono están aglomeradas las masas de rocas, formando un gran montículo con algunos planos ó mesetas, y con pendientes escarpadas por otras partes: el total es un hacinamiento de masas angulosas sobrepuestas en desórden, con puntos salientes en varias direcciones, ocasionando corrientes ó derrumbes sobre diversos lados, principalmente para la Barranca de San Márcos, para el lado de los "Hijos," y por el rancho del Guayabal: para la region Este y Sur, el conjunto de los derrumbes tiene la forma de una hoja de parra esparcida sobre el monte. En la meseta que queda al Norte de los "Hijos" encontramos blocks enormes de esas rocas, algunos de ellos representando ó conteniendo grandes aglomeraciones de fracmentos, que rodaron en avalancha para esa meseta y barrrancas que de allí parten, al fracturarse los blocks en virtud de los cambios de temperatura que están sufriendo.

Este es el estado actual del Volcan de Fuego, y comparando su aspecto con el que describen los geólogos Monserrat y Dolfus en 1866, así como con las noticias que proporcionan los habitantes de aquella comarca, vemos que en la forma general del gran cono ha habido alteracion en la parte N. E. por la

apertura del nuevo cráter en 1869, y por consiguiente, la deformacion que trae consigo el promontorio de rocas que en esa parte se ha formado, y además las pendientes del cono han variado por las nuevas acumulaciones de rocas sueltas y de arena y cenizas recientes que ahora lo bañan por todas partes. Hay, además, el hundimiento ó boca abierta el 6 de Enero de este año, por donde se hacen los derrumbes de rocas candentes, que van alterando y alterarán más el lado S. O. del Volcan.

Monserrat y Dolfus, hablan de una depresion que observaron cerca de la cúspide del cono, la cual estaba rodeada de rocas porfídicas, hendidas, indicando una accion gaseosa reciente; pero no advierten hácia qué rumbo del cono, ni á qué distancia de las cúspides se encontraba esa depresion, que bien pudiera ser el punto por donde se abrió el cráter de 1869 ó la boca que se viene notando desde Enero de este año.

El cráter principal tenia en 1866 una muralla de rocas porfídicas, y aparece con un reborde ó corona de igual naturaleza; pero aquellos geólogos no hablan de la escotadura que hoy se percibe por el lado S. O., y es probable que sea efecto de la adicion que han sufrido de masas eruptivas los labios del cráter. Los habitantes de Tonila, aseguran que en los meses corridos del presente año se ha hecho más perceptible el coronamiento de rocas oscuras que se nota en el lado Norte del cráter.

El cono austral que ahora observamos dentro del cráter principal, y por donde se verifica la mas notable emision de columnas de vapor, indica que la gran oquedad de 230 metros de profundidad que observaron en 1866 los geólogos franceses, se ha llenado, toda ó en parte, con los productos de la nuevas erupciones.

En cuanto á la altura total del cono, debe haber habido alguna variacion aunque no muy notable, porque difieren poco las presiones barométricas observadas por Monserrat, sobre la misma cúspide y ahora por nosotros en un punto, á nivel, sobre la pendiente del "Nevado." Para resolver con precision este dato habria necesidad de estacionarse sobre la misma cúspide del cono, lo que es imposible en la actualidad.

Por lo que observamos en las erupciones verificadas en nuestra presencia, el desahogo de los materiales ígneos se está efectuando con dificultad, debido á la falta de fluidez en las rocas que vomita la boca abierta hácia el S. O., pues son masas de roca sólida y fragmentos de varios tamaños de igual naturaleza; se observa, á veces, que aparece la masa luminosa en la escotadura de aquella boca y retrocede ó se precipita de nuevo al interior del canal de salida, produciendo ruidos confusos semejantes á los que con frecuencia se escuchan en aquellos contornos y que deben tener igual orígen.

Por lo demas, los productos de esta erupcion son análogos en su modo de presentarse con los que se observan procedentes de las erupciones anteriores del Colima y de los que ha vomitado el Ceboruco en la erupcion presente; son masas angulosas de rocas basálticas, porfiróides, de aspecto traquítico. No se observan allí corrientes de lava fluida como en las arrojadas por el Apaxtepetl, de que ántes se hizo referencia. A lo más, en las caras de las grandes masas traquíticas de la erupcion actual, se perciben algunas asperezas onduladas mostrando un estado pastoso en aquella parte de la rocas.

Las alteraciones sufridas en el aspecto de algunas partes cercanas al Volcan, consiste en las acumulaciones de las rocas que ruedan por las pendientes y caen en las barrancas inmediatas; lo más notable ha sido el ocultamiento de la meseta de las "Playitas," ocupada hoy por el gran promontorio que forman las rocas procedentes del cráter de 1869.

§ IV.—Escala ó grados relativos de intensidad en los fenómenos geológicos del Colima.

Por los datos que acabamos de revisar, así como por los que hemos podido obtener en las efemérides séismicas del país, vemos que los períodos de actividad que esos datos conocidos marcan, para el Volcan de Colima, pueden agruparse del modo siguiente:

1ª Subdivision.—Períodos prehistóricos.

1º Período geológico del levantamiento del "Nevado" y del cono de fuego, el cual tuvo lugar probablemente al fin de la edad terciaria.

2º Gran erupcion basáltica brotada por grandes grietas en varias direcciones y que tendria lugar seguramente en el período glacial ó primera subdivision de la edad cuaternaria.

3º Erupcion de lava fluida del Apaxtepetl, que se verificaria al principio del período reciente ó tercera subdivision de la edad cuaternaria.

4º Sigue un período largo, en los tiempos prehistóricos, en que deben haber acontecido erupciones intermitentes, que alternaban con intervalos de reposo, y en que el cono del Volcan de Fuego aumentaba sucesivamente su altura por la adivinacion de esos productos ígneos.

2ª Subdivision.—Períodos históricos.

5º La erupcion verificada en 1576, que la crónica y tradicion clasifican como fuerte, y de la cual no se tienen detalles.

6º En 1611 la gran emision de arena y ceniza que alcanzó hasta un diámetro de 40 leguas.

7º Período séismico de 1753, notable por los fuertes sacudimientos terrestres que ocurrieron en Zapotlan.

8º Otro período de convulsiones terrestres entre Guadalajara y Manzanillo, que derribó las torres de la catedral de la primera ciudad.

9º En 1771 llovió ceniza durante tres dias en Guadalajara, y se atribuyó al Volcan de Colima, sin que se mencione ningun pormenor de esa erupcion.

10º Temblores fuertes en 1806, que duraron dos años y en que fué arruinada la iglesia de Zapotlan, matando á 2,000 personas: hubo erupcion en este período.

11º La gran emision de cenizas en 1818 que llegaron hasta Zacatecas y San Luis, y que fué abundante en Zapotlan.

12º Erupcion en 1869, seguida por un período intermitente de erupciones poco notables.

13º Erupcion de 1872 desde Febrero hasta Agosto.

14º Erupcion de 1873, solamente por el cráter principal, habiéndose verificado probablemente en este año el cambio de cráter.

15º Período que comenzó en Diciembre de 1885 prolongándose hasta hoy.

Observando los lapsos de tiempo que han pasado entre unos y otros períodos de los correspondientes á los tiempos históricos, encontramos los números siguientes que señalan los años trascurridos entre aquellas fechas: 35; 132; 3; 21; 35; 12; 51; 3; 1; 4; 8.....

Formando de tres en tres esos números, encontramos la ley siguiente, que sólo falla en el penúltimo grupo; "tras un período relativamente largo, viene otro de mayor duracion y despues otro más inmediato ó corto." Por consiguiente, despues del período menor se ha presentado uno de mayor duracion. La falta de verificacion en esta ley se encuentra entre los años de 1872 á 1877, en que no hallamos datos precisos para poder separar bien esos períodos de actividad en que persistia la vida latente del Volcan y tal vez formen un solo período esos años. Dejamos anotados estos hechos, para que observadores posteriores vean si puede deducirse alguna ley en las manifestaciones del Colima.

Hay que tomar en consideracion la circunstancia de que en el período de reposo de 1750 á 1771, que fué de 21 años, tuvo lugar la erupcion del Jorullo, que desahogaria los impulsos volcánicos del Colima; es de observarse tambien, que no obstante la precipitacion con que comenzaba la erupcion en 1869, se moderó en 1870 y 1871, cuando aconteció la erupcion del Ceboru-

co, y á este desahogo es debido probablemente que las manifestaciones del Colima se hayan moderado, sin ir más allá de lo que fueron en su orígen.

Para valuar los grados de intensidad de las manifestaciones volcánicas del Colima, encontramos un salto que no deja establecer términos aproximados de comparacion.

Observando los resultados producidos por esos movimientos geológicos en los tiempos prehistóricos, encontramos hechos que demuestran causas de gran intensidad, como son, el levantamiento de los Volcanes "Nevado" y de "Fuego," y la gran produccion de blocks y diques basálticos que siguió á esos fenómenos. Entre ellos, y el derrame del Apaxtepetl hay una diferencia tan notable, que no permite establecer con este hecho geológico un segundo grado de intensidad, respecto de aquellos, y tampoco entre la erupcion del Apaxtepetl y las verificadas en el Volcan de Fuego en los tiempos históricos.

Y esta falta de degradacion regular, de tales fenómenos, se nota al observar que cuando se efectuaba el derrame del Apaxtepetl, habia fenómenos análogos y de mayor intensidad en varias regiones del país, lo que prueba que en donde se levantaban el Nevado y sus montañas anexas, habia ya desaparecido allí la facilidad que ántes existiera para la produccion de grandes sucesos volcánicos.

Tomando en conjunto todos los hechos históricos, podemos considerarlos como de menor importancia que la apertura del Apaxtepetl, y de este modo se establecen cuatro grados que dan una ley de decrecimiento en esos fenómenos, desde los tiempos prehistóricos á los actuales. Así el primer grado comprende el levantamiento del Nevado y el Volcan de Fuego; al segundo se refiere la gran produccion de blocks y diques basálticos; al tercero la apertura del Apaxtepetl; y en fin, al último las erupciones del Volcan de Fuego en los tiempos históricos.

Entre el primero y segundo grados hay una degradacion poco sensible; pero entre el segundo y tercero se presenta el salto de que ántes hicimos referencia. Entre el tercero y cuarto es menor la diferencia de importancia de los fenómenos que com-

prende, si sólo comparamos las corrientes de lava del Apaxtepetl con las manifestaciones sucesivas del Volcan de Fuego; pero tambien hay un salto ó gran diferencia, si se establece la comparacion respecto del fenómeno general observado en varias localidades del país, y que produjo tantas corrientes basálticas.

Clasificando ahora, en particular, los fenómenos ocurridos en el Colima durante los tiempos históricos, podemos considerarlos de dos maneras; comparados con los cataclismos volcánicos en general, ó ver los grados relativos de intensidad que solamente los que corresponden al Colima han presentado.

En el primer caso, podemos decir que los fenómenos del Colima son pequeños ó casi insignificantes, si se comparan con los cataclismos que algunos de los volcanes de Europa, Asia y de Sur América han presentado, ya por emision de lavas y otros productos ó por los sacudimientos terrestres que en ellos han tomado orígen.

Haciendo á un lado esa comparacion general y estableciéndola únicamente entre los diversos fenómenos ocurridos en el Colima desde 1576 hasta la fecha, podemos sentar las siguientes distinciones:

Fenómenos más intensos: los de 1576; 1611; 1806; 1818; 1869; 1872.

Fenómenos ménos intensos: los de 1743; 1750; 1771; 1873; 1877; 1885.....

Los fenómenos de menor intensidad están comprendidos, los primeros, entre los que acontecieron en 1611 y 1806, y los segundos vinieron despues de las erupciones de 1872. Los acontecimientos que van pasando en el año actual, podemos referirlos al período que empezó en Diciembre del año anterior y siguen todavía su curso.

Buscando la relacion entre los grados de dichos fenómenos encontramos, que despues de los dos primeros de mayor intensidad, que son los más lejanos de que se tiene noticia en los tiempos históricos, vienen tres períodos de menor importancia; en seguida se presentan cuatro de los primeros, que son seguidos por otros tantos de los ménos intensos.

Por lo expuesto, se ve; que en la distribucion de los períodos activos, no se ha presentado hasta ahora ninguna alteracion inmediata de unos con otros, sino que se agrupan hasta un cierto número, y sin pasar de cuatro, los de un mismo género. Tampoco han presentado esos fenómenos una ley marcada de decrecimiento ó de mayor energía de actividad en el trascurso del tiempo, sino que con la alternativa que hemos visto, forman más bien un conjunto con caracteres análogos.

§ V.—Deducciones que de los datos referidos se desprenden, y en relacion con el objeto de este informe.

Revisando el conjunto de datos anotados, vamos á calcular, hasta donde es posible hacerlo en los fenómenos naturales, del género del que ahora nos ocupa, los peligros que pueden amenazar á la ciudad de Colima y otras poblaciones inmediatas á aquel Volcan, á fin de llenar así el objeto principal de la Comision con que nos honró la Secretaría de Fomento.

Para esto tomemos en consideracion las distancias y altitudes de las poblaciones, con referencia al cráter activo, y fijémonos, además, en la naturaleza y topografía del terreno de aquella comarca, así como en las leyes con que hasta hoy se han verificado los fenómenos volcánicos del Colima.

Citando las ciudades y pueblos en el órden de su aproximacion al Volcan, tenemos: Tonila á 16 kilómetros; Zapotitlan, 16.5; Suchitlan, 17.0; Copala, 20.0; Mozatlan, 20.0; Zapotiltic, 25.5; Zacoalpan, 23.0; San Gerónimo, 24.0; Zapotlan ó Ciudad Guzman, 25.0; Comala, 25,0; Alista, 25.0; Túxpan, 27,5; Toliman, 31.0; Colima, 33,0; San Gabriel, 35.0.

Las distancias de las haciendas y ranchos más inmediatos, son: La Concepcion, 7.5 kilómetros; La Joya, 8.0; El Jabalí, 8.0; San Antonio, 10.0; El Gachupin, 15.0; San Márcos, 16.5; Atenquique, 20.0; Agosto, 20.0; Platanar, 20.0; Piaya, 20.0; El Conejo, 20.0; Beltran, 20.0; Huescalapa, 22.0; Quesería, 24.0; Al-

cázares, 24.50; El Jazmin, 25.0; Nogueras, 26.0; El Rincon, 27.5; Santa Cruz de Duque, 30.0; Totolimispa, 34.0.

Las diferencias de nivel entre el cráter y algunas poblaciones, haciendas y ranchos, son como ántes indicamos; Zapotlan, 2396.10; Tonila, 2653.53; Colima, 2653.53; San Gerónimo, 2989.03; Comala, 3408.68; Huescalapa, 2508.87; Santa Cruz de Duque, 2788.27; Atenquique, 2430,67; Agosto, 2438.67; Platanar, 2976.18; Piaya, 2897.47; Beltran, 3373.64; San Márcos, 2822.70; El Gachupin, 2,605.64; Nogueras, 3351.92; el Jabalí, 2541.41; San Antonio, 2798.65; La Concepcion, 2639.22. Se entiende que estas cifras indican depresiones respecto de la cúspide del Volcan de Fuego.

Aunque se comprende desde luego que las poblaciones más inmediatas al Volcan son las más expuestas á los desastres que éste puede ocasionar, hay que tomar en cuenta, ántes de hacer esa consideracion, la exposicion que esas poblaciones tienen respecto del cráter, así como la configuracion topográfica del terreno.

Desde luego los lados Este, Sureste, Sur, Suroeste y parte del Oeste son los más expuestos á recibir los productos del Volcan, pues á los otros lados les favorece la mayor altura del Nevado, que como un inmenso muro se interpone hácia el Norte; además, aun en los lados descubiertos hay algunas eminencias destacadas del conjunto montañoso de los volcanes, ó esparcidas en varios puntos que pueden presentar obstáculos al paso libre de aquellos productos.

Tambien las barrancas que surcan aquella comarca, constiyen poderosos medios de defensa, ya cortando las ondas de los terremotos ó presentando hondo cause en que se acomoden los productos derramados por los cráteres.

Juzgando por la situacion respecto al cono de fuego, Tonila, Zapotitlan y Suchitlan están más aproximadas que otras de las poblaciones referidas; y de los ranchos, La Concepcion, La Joya, El Jabalí, San Antonio, El Gachupin y San Márcos, son los que más se acercan al Volcan. Viene despues un grupo de centros poblados distantes de 20 á 30 kilómetros, y más allá de

éstos se halla la ciudad de Colima, hácia el S. S. E., y á 33 kilómetros de distancia.

Vista la colocacion relativa de esos puntos, examinemos el modo de accion que sobre ellos puede ejercer el Volcan, así como las circunstancias favorables ó adversas que la topografía y naturaleza del terreno presenten para coadyuvar á aquella accion.

El Volcan de Fuego puede ejercer sus efectos destructores con las materias que arrojen sus cráteres ó por los terremotos dimanados de su centro.

Respecto de lo primero, ya vimos que los efectos del Colima en los tiempos históricos son bien pequeños, si se comparan á los producidos por los centros volcánicos del Antiguo Continente y de la América del Sur, pues allá populosas ciudades y comarcas han sido sepultadas por las lavas y cenizas.

En el Colima, fuera de los impulsos poderosos que ocasionaron su levantamiento y los que produjeron los materiales que hoy terraplenan los valles y barrancas de aquella comarca, no encontramos en los tiempos históricos otros efectos que los de simples desahogos de aquellos cráteres.

Los materiales arrojados se encuentran, los más gruesos, acumulados en torno de sus bocas de salida ó derramados á distancias que no exceden de tres kilómetros. Los blocks de las erupciones acontecidas en los tiempos históricos, no han perjudicado á poblacion alguna, y cuando más han cubierto algunas superficies ocupadas por bosques ó han ocasionado incendios de poca importancia. La mayor parte de esos materiales se han aglomerado cerca del punto de salida, y despues caminan con lentitud, por el empuje que ellos mismos ejercen entre sí, sin que se perciban en aquellas localidades las trazas devastadoras de corrientes de lava que avanzaran con precipitacion. En el Volcan de Fuego no se notan derrames modernos de la forma de los que existen en torno del Apaxtepetl, y como los que brotan de muchos de los volcanes actuales. En el Colima esos productos voluminosos son acumulaciones de masas resquebrajadas, que se empujan y ruedan hasta sepultarse en las barrancas inmediatas.

En pocas erupciones se han observado masas que se levanten sobre el cráter y vayan á caer, como proyectiles, léjos del centro de salida. En la erupcion de 26 de Diciembre último, se presentó este caso, y nosotros observamos blocks hasta de 40 libras de peso, enterrados en la pequeña meseta que se encuentra entre los cerros llamados "Hijos del Volcan," y el pié del gran cono; pero los más distantes de esos blocks no pasaban más allá de 4 kilómetros. En la hacienda de La Concepcion, que dista ménos de ocho kilómetros del Volcan, no llegamos á observar ninguno de aquellos blocks.

Los ripillos ó matatenas forman aglomeraciones de poco espesor en algunos puntos de las pendientes y cumbres de ambos volcanes; los más distantes que observamos se encontraban sobre el cráter mismo del Nevado, es decir, á 7 kilómetros de la boca de fuego, y sobre la pendiente de aquel; las más lejanas se hallan á 4 kilómetros, en el lugar llamado "Ocote del Rayo." Los fragmentos más gruesos de estas matatenas pesan 8 gramos y 2 los más medianos y comunes, como ántes observamos.

A los ripillos siguen las arenas, pesando 17 milígramos las más gruesas; generalmente se agregan á aquellos, y en pocas partes ha avanzado la arena á mayor distancia. Se cita la lluvia caida en San Márcos el 28 de Marzo de 1872, y en algunos otros puntos, que generalmente no pasan de 20 kilómetros de distancia.

Las cenizas más ténues han sido distribuidas en mayor diámetro, y aun se citan casos en que hayan llegado hasta Guanajuato y San Luis Potosí; pero se comprende que en esta distribucion lejana, más bien que la fuerza de proyeccion del Volcan, han influido las corrientes aéreas. Además, las aglomeraciones de cenizas sobre las poblaciones citadas, siempre han sido de poca consideracion, y solamente muy cerca del gran cono forman depósitos gruesos.

Por tanto, y juzgando por la ley seguida en los fenómenos del Colima, durante los tiempos históricos, no creemos que para las poblaciones inmediatas al Volcan, y ménos para la ciudad de Colima, exista el peligro de que sean algun dia enterradas por

los productos volcánicos, ó arrasadas por la accion devastadora de las corrientes de lava. Para no temer lo primero, tomamos en cuenta la fuerza de proyeccion, tan moderada, que hasta ahora ha demostrado el Volcan en el período de las erupciones verificadas en los tiempos históricos; y para lo segundo, la poca fuerza de avance en los materiales que brotan de su cráter, así como al gran número y profundidad de las barrancas que existen en aquella comarca, que darian cabida á casi todos los materiales que hoy forman el gran cono.

El caso de una erupcion formidable en el Colima, como en alguna de las del Vesubio, de los "Volcanes de la Sonda" ó de otros, aunque cabe en los límites de lo posible, no la hacen esperar las leyes que han regido á las erupciones del Volcan que nos ocupa, y como hemos dicho, en las ciencias de observacion como es la Geología, no hay más datos para prever, que los que indica la secuela ó ley de los fenómenos que le corresponden.

En contra, tambien, de ese caso posible, pero remoto, de una gran catástrofe en el Colima, tenemos la situacion de este centro de fuego internado en el Continente á 22 leguas del borde del mar, y no sobre una isla ó en el litoral, como se hallan los cráteres que generalmente producen las erupciones más formidables.

Los terremotos son el otro modo de accion con que el Colima puede perjudicar á las poblaciones de la comarca en que se halla situado, y aun á otras más lejanas.

Sobre este particular, los datos históricos nos indican algunos de los estragos que en varias épocas han causado los movimientos terrestres en aquella zona, siendo más notables los ocurridos en Zapotlan.

Buscando las causas que hayan influido para que las ondas séismicas perjudicaran más á las poblaciones situadas á la parte Norte del Volcan, que en otras direcciones, encontramos la naturaleza y el aspecto topográfico del terreno. Para el lado de Zapotlan el terreno está formado de capas de toba, y es más homogéneo y uniforme qne hácia los lados Sur y Este, donde existe la gran formacion de acarreo con gruesos blocks, y tam-

bien donde abundan las profundas barrancas que cortan el terreno en varias direcciones.

Además, el Valle de Zapotlan es un espacio cerrado por todas partes, y por consiguiente las ondas séismicas se propagan con toda su fuerza en aquella formacion tóbica homogénea, y al tropezar con los muros montañosos que rodean al valle, podrán volver sobre sí mismas ó detenerse, formándose así una sobreposicion de impulsos, á los que es debido probablemente el resultado fatal que en algunas ocasiones han producido los temblores.

Por el lado contrario, el movimiento puede perderse sobre mayor superficie, dilatándose hasta la costa, y la misma heterogeneidad del terreno puede ir debilitando las ondas séismicas y desbaratándolas, por decirlo así, de manera que afecten en lo ménos posible á los edificios que graviten sobre aquel terreno. En formaciones superficiales de acarreo, compuestas de piedras redondas de poco volúmen y mezcladas con arenas y arcilla, los temblores producen efectos más desastrosos sobre los edificios, por la falta de una base firme de sustentacion para sus cimientos; pero en una formacion de tan considerable potencia como la que llena los valles y cañadas, en la comarca referida, se encuentra la firmeza necesaria para apoyar los cimientos de un edificio, y la heterogeneidad de su composicion disminuye el esfuerzo del terremoto.

A esto se agrega lo que hemos indicado ántes, la presencia de tan profundas barrancas, muchas de ellas hendidas á más de 200 metros, y en esas excavaciones se interrumpen ó disminuyen las ondas séismicas.

Este exámen de las circunstancias topográficas y geológicas que influyen en aquella comarca, para variar los efectos de los temblores, es de grande importancia, á fin de tomar las precauciones necesarias en la construccion de los edificios.

Si bien es cierto que los temblores emanados del Colima, no han ocasionado efectos tan desastrosos como los que tuvieron lugar en Lisboa en 1755, que causaron la ruina de aquella vasta poblacion, ni como los del Ecuador, de Carácas y otros en que

perecieron muchos miles de personas, sin embargo, los temblores del Colima han causado en algunas ocasiones desastres lamentables.

La causa de esos sacudimientos terrestres está allí vigente, aunque por fortuna los esfuerzos de esas manifestaciones séismicas son de poca entidad en la mayoría de los casos, y lo raro es que se presenten con alguna intensidad.

Tales manifestaciones se han presentado en la comarca de que nos ocupamos, ya obedeciendo á impulsos generales extendidos en grandes zonas del país, ó abarcando menores espacios, precediendo ó acompañando á las erupciones del Volcan, sobre todo despues de alguna interrupcion ó diminucion notable en las erupciones.

Así acontecieron los terremotos de 1811, cuando hubo emision de escorias y cenizas en el Volcan, y así hubo tambien un período de sacudimientos terrestres entre 1743 y 1759, que precedió á la apertura del Jorullo. La tradicion señala despues algunos períodos de reposo, cuando los productos volcánicos pudieron desahogarse por el Jorullo, y tambien vimos que la erupcion del Ceboruco vino á calmar la intensidad creciente que llevaban los fenómenos iniciados en el Colima en 1869.

Hay, pues, que estar en observacion sobre esos desahogos ó tranquilidad de los otros volcanes de México, para prever en lo sucesivo las alternativas de los movimientos séismicos ó volcánicos.

En la actualidad van en decrecimiento las manifestaciones del Ceboruco; pero la emision de vapores continúa con más ó ménos intermitencias. En el Jorullo se escucharon ruidos subterráneos en el año anterior, y los vapores sulfurosos, aunque escasos, no han llegado á extinguirse desde hace mucho tiempo. En el Colima acabamos de ver cuál es su estado actual, verificando sus desahogos con algunas intermitencias; pero no de un modo franco y sostenido en cuanto á los productos sólidos, y con mayor facilidad en sus emanaciones gaseosas.

En cuanto á los signos precursores á las erupciones en aquella comarca, se pueden estimar, como más constantes, el au-

mento gradual ó súbito de las emanaciones gaseosas. El Colima demostró su vida latente, durante muchos años, por la presencia constante de las azufreras y emisiones de vapor. En 1834 que fué visitado el cráter del cono principal por Harcort, habia salidas de vapor en muy pequeña escala, miéntras que en 1866, tres años ántes de que comenzara la serie de erupciones actuales, observaron Monserrat y Dolfus más de veinte emisiones de vapor que en muchos casos se elevaban simulando una erupcion, como lo expresan aquellos observadores.

En la misma erupcion de 1869, el 12 de Junio, se comenzaron á observar vapores á un lado del cráter del gran cono, y en la noche ya estaba bien desarrollada la erupcion. Miéntras ésta se sostuvo por el cráter lateral, las humaredas se mantuvieron en el vértice del gran cono, hasta que por fin la erupcion se trasladó á este cráter.

En la actualidad aparecen con frecuencia las emisiones de vapor en el monton de rocas del cráter abierto en 1869, y especialmente en el fondo de esa misma boca, sin que pueda considerarse como concluido su trabajo.

En resúmen:

El Volcan de Colima se encuentra actualmente en estado de erupcion con forma intermitente, mostrando menor intensidad en sus manifestaciones que en los años de 1869 y 1872.

Juzgando por las leyes seguidas en las erupciones verificadas en los tiempos históricos, y atendiendo á la fuerza de proyeccion hasta ahora manifestada por el Volcan, hay motivo para creer que las erupciones actuales y las que puedan seguir en lo futuro, continúen bajo esas leyes sin que los productos volcánicos lleguen á causar perjuicios en las poblaciones cercanas al Volcan, y ménos á la ciudad de Colima. Tanto por esas leyes que han regido á todas las erupciones verificadas en los tiempos históricos, como por la situacion intercontinental del Volcan, debe considerarse como muy remoto el caso de una erupcion formidable, semejante á las que han asolado á otras comarcas en el Antiguo Continente y en la América Meridional.

Que en la propagacion de los temblores que por la interrup-

ERUPCIONES DEL VOLCAN DE COLIMA.

Nº 1

Aspecto del Volcan de Colima, antes de la erupcion de 1869. Fotografía tomada desde Colima por D. Manuel Gómez Z

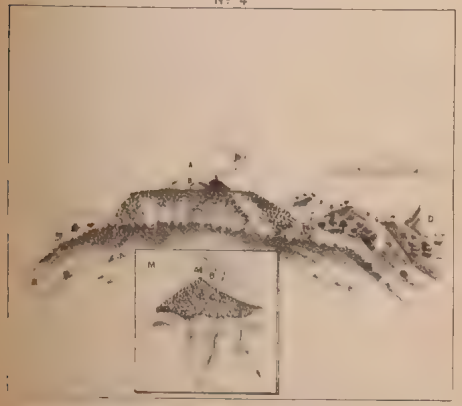
Nº 2

Primera erupcion verificada el 12 de Junio de 1869. Dibujo tomado desde Tonila por D. Francisco Rivas, á las nueve horas y 10 minutos de la noche.

Nº 3

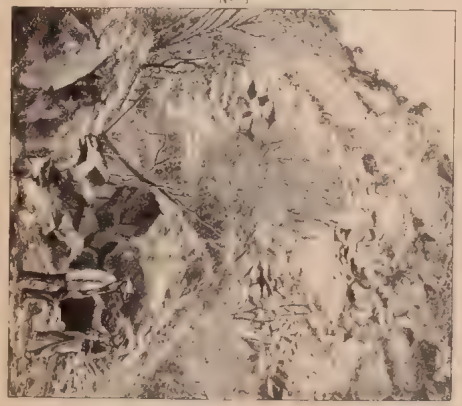
Aspecto del Volcan el 21 de Agosto de 1869, dos meses despues de haber comenzado la erupcion. Fotografía tomada desde San Márcos, por Don Manuel Gomez Z., el 21 de Agosto del mismo año.—A. Es el cráter principal o antiguo.—B. El cráter abierto en 12 de Junio de 1869.—C. La cumbre del Nevado.

Nº 4



Vista de la lava acumulada al N. E. del gran cono y producida por el nuevo cráter de 1869. Dibujo tomado por D. Manuel Gomez Z. el 22 de Agosto de 1869.—A. Gumbre del Volcan de Fuego.—B. Nuevo cráter.—C. Lava del mismo.—D. Cumbre del Nevado.—M. Croquis fotográfico del Volcan.

Nº 5



Vista de una parte del promontorio de lava salida por el nuevo cráter. Fotografía tomada por D. Manuel Gomez Z., dos meses despues de comenzada la erupcion.

Nº 6

Erupcion del 26 de Febrero de 1872. Fotografía tomada desde Colima por D. Manuel Gomez Z., á las 10 horas de la mañana

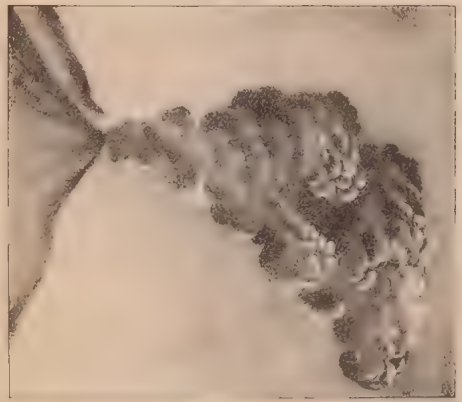
ERUPCIONES DEL VOLCAN DE COLIMA.

Erupcion del 26 de Febrero de 1872. Dibujo tomado desde Tonila por D. Francisco Rivas, á las once y media de la mañana.

Erupcion del 19 de Marzo de 1872. Dibujo tomado desde Tonila por D. Francisco Rivas, á las 7 horas y 30 minutos de la noche.

Erupcion del 19 de Marzo de 1872. Fotografía tomada de Colima por D. Manuel Gomez Z. á las 8 horas y 15 minutos de la noche

Erupcion del 27 de Marzo de 1872. Dibujo tomado desde Tonila por D. Francisco Rivas, á las 7 horas y 30 minutos de la mañana

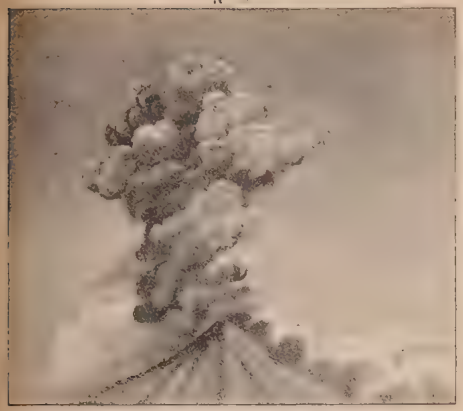


Erupcion del 27 de Marzo de 1872. Dibujo tomado de Colima por D. Manuel Gomez Z., á las 11 horas de la mañana.

Erupcion del 10 de Abril de 1872. Dibujo tomado desde Tonila por D. Francisco Rivas, á las 11 y 30 minutos de la noche.

ERUPCIONES DEL VOLCAN DE COLIMA

Nº [illegible]



Erupcion del 16 de Abril de 18[illegible]2. Dibujo tomado de Colima por D. Manuel Gomez Z[illegible] a las 10 h[illegible] y [illegible]5 minutos de la mañana.

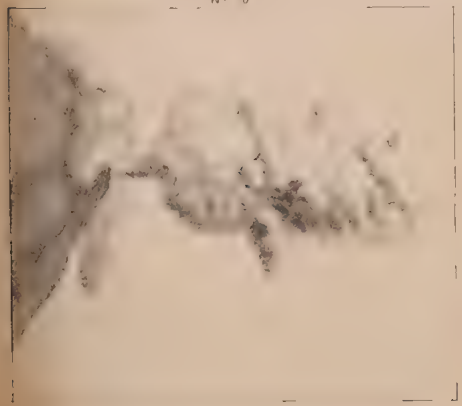
Nº 14

Erupcion del 16 de Abril de 1872. Dibujo tomado desde Tonila, por D. Francisco Rivas, á las 10 h y 30 minutos de la mañana.

Nº [illegible]

Erupcion del 13 de Agosto de 1872. Fotografia tomada de C[illegible] por D. Manuel Gomez Z., á las 12 del dia.

Nº 6

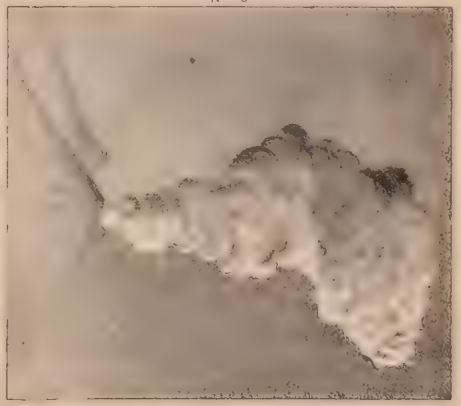


Erupcion del 10 de Febrero de 1873. Dibujo tomado por D. Manuel Gomez Z., desde Colima á las 7 de la tarde

Nº [illegible]

Erupcion del 10 de Febrero de 1873. Dibujo tomado por D. Manuel Gomez Z. desde Colima á las 5 h y 30 minutos de la tarde

Nº 18



Erupcion del 18 de Octubre de 1877. Dibujo tomado desde [illegible] por D. Manuel Gomez Z., a las 7 de la mañana

Diversas fases de la erupcion ocurrida el 26 de Diciembre de 1885, entre 6 y 7 p.m. Fotografías tomadas desde Colima, por D. Manuel Gómez

Nº 21

Columna de vapor salida despues del primer impulso de la erupcion

Nº 24.

Aspecto del cono al terminar la erupcion.

Nº 20

Manifiesta los productos de la erupcion derramados sobre el cono

Nº 23

Aspecto que fue tomando la columna de vapor

Nº 19

Principio de la erupcion a las 6 h. y 21 p.m.

Nº 22

Aspecto que fué tomando la columna de vapor.

cion ó en el principio de las erupciones acontecen, presta más facilidad para la diminucion de las ondas séismicas, la region Sur que la boreal del Volcan.

Por último, que los signos más constantes para prever las erupciones, despues de un período más ó ménos largo de reposo, es el aumento gradual en las emisiones gaseosas; aumento que á veces se va efectuando con gran lentitud.

Guadalajara, Noviembre 30 de 1886.

MARIANO BÁRCENA.

APUNTES DE MAGNETISMO TERRESTRE

Por Adolfo Diaz, encargado del Observatorio Meteorológico, y Francisco Garibay, conservador de los gabinetes de Topografía y Astronomía en la Escuela Nacional de Ingenieros.

CAPÍTULO I.

NOCIONES PRELIMINARES.

Se llaman "imanes" á las sustancias que tienen la propiedad de atraer al fierro, al nickel, cobalto, cromo y otros metales. La atraccion que los imanes ejercen sobre las sustancias citadas, no se limita á ellas; es general para todos los cuerpos de la naturaleza, solamente que la atraccion es casi siempre tan débil en la mayor parte de los casos, que no se puede fácilmente comprobar.

Los imanes son ó naturales ó artificiales: la magnetita[1] ó piedra iman es un ejemplo de los primeros; en cuanto á los artificiales, se hacen con barras ó agujas de acero, por procedimientos que describirémos despues. El poder atractivo de los imanes se ejerce al través de todos los cuerpos y á todas las distancias; varía con la temperatura, disminuyendo de una manera rápida, á medida que la temperatura se eleva: cuando ésta llega al "rojo," los imanes que la soportan pierden su poder. Las atracciones que los

1 Mineral de fierro $Fe\,O.\,Fe^2\,O^3$.

imanes ejercen sobre los cuerpos, están sujetas á la ley que parece ser general en todas las atracciones: "ser recíprocas y obrar en razon directa de las masas, é inversa del cuadrado de las distancias."

Se llama magnetismo á la causa que desarrolla en los imanes el poder de atraccion. El magnetismo fué considerado por mucho tiempo como un agente físico especial; la teoría de Ampère pone en evidencia todos los puntos de contacto que el magnetismo tiene con la electricidad, y por lo mismo, la "casi certeza" con que se puede afirmar que los fenómenos eléctricos y magnéticos son distintas manifestaciones de una misma causa. La física moderna va más allá, pues segun todas las últimas inducciones hechas en esta ciencia, parece comprobada "la correlacion y unidad de las fuerzas físicas."

El poder de atraccion que tienen los imanes sobre las sustancias magnéticas, no es el mismo en cualquier punto del iman; la experiencia demuestra que en todo iman hay una línea desprovista del poder de atraccion, línea que se llama "neutra," y dos puntos en que la atraccion es máxima y que se llaman "polos." En los imanes naturales no es tan regular esta distribucion del magnetismo. En los artificiales se producen algunas veces varios polos: cuando un iman presenta varios polos, éstos reciben el nombre de "puntos consecuentes" ó "polos secundarios." Supondrémos siempre que los imanes no tienen más que dos polos, porque empleando los procedimientos de imantacion, que más adelante describirémos, se evita la formacion de los puntos consecuentes. Estos dos polos se denominan siempre con las letras *A* y *B*, ó con los nombres de "austral" y "boreal."

La accion de los dos polos de un iman sobre las sustancias magnéticas, es idéntica, como se puede demostrar, acercando cada uno de los polos del iman á la limadura de fierro; ésta se adhiere igualmente en ambos polos. Pero si en vez de emplear una sustancia magnética, como lo es la limadura, y un iman, usamos dos imanes, notarémos que, presentando los dos polos del primero á uno de los polos del segundo, se produce con uno de ellos atraccion y con otro repulsion. Si en seguida presentamos siempre los dos polos del primer iman al otro polo del segundo, observarémos que el polo del primer iman, que en el caso anterior habia sido atrai-

do, ahora es repelido, y que el que habia sido repelido, ahora es atraido. Esta experiencia demuestra que no hay identidad en la manera de obrar de los polos de dos imanes en presencia, y se deduce "que los dos polos de un iman producen efectos contrarios sobre el polo de otro." Para llegar á precisar mejor este hecho de experiencia, tomemos tres imanes: señalemos los polos del primer iman con las letras A y B; designemos los del segundo con las letras x y z, y los del tercero con y y u; acerquemos indistintamente á un polo del primer iman (al polo A por ejemplo) los de los otros dos imanes; de estos cuatro polos, dos seran atraidos por A, y supongamos, para fijar las ideas, que sean x é y; z y u serán repelidos. Si usamos el polo B del primer iman, x é y serán repelidos, y z y u atraidos. Pues bien; si ahora presentamos el polo x al polo y, ó el polo z al polo u, habrá repulsion; y si presentamos x á u, z á y, habrá atraccion. Los polos iguales se señalan siempre con una misma letra y se designan con el "mismo nombre." Por lo anteriormente expuesto, queda demostrada la siguiente ley:

"Los polos del mismo nombre se repelen, los de nombre contrario se atraen."

Cuando un iman se corta en uno ó varios fragmentos, se reconoce que estos fragmentos son otros tantos imanes dotados de dos polos y de una línea neutra. No se puede conseguir que un iman tenga un sólo polo, y este hecho se enuncia diciendo: "que los polos son inseparables." Los imanes formados por la ruptura del iman primitivo presentan otra particularidad, y es que los polos de los imanes derivados tienen la misma intensidad que los del primitivo. Se puede comprobar este hecho de la manera siguiente: se hace soportar al iman un peso de fierro; en seguida se rompe: cada uno de los imanes formados soporta el mismo peso. Los polos de un iman cualquiera son de igual intensidad, como se puede demostrar de la manera siguiente: tomemos una aguja fina imantada, que repose por su centro en un pivote y que gire libremente al derredor de ese centro. Pongamos un poco abajo de la aguja un arco graduado: si se lee la indicacion que una de las extremidades de la aguja señala en el arco graduado, y en seguida se presenta á la aguja un iman, ésta se desviará un arco determinado, igual á la diferencia de lecturas señaladas sobre el arco por una misma extremidad de la aguja. Si á ésta se presenta en

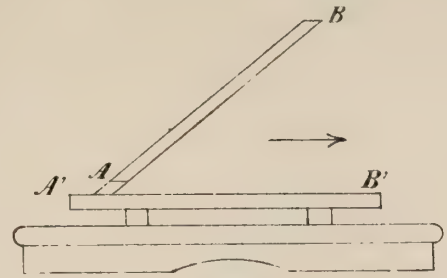


Fig. 1.ª

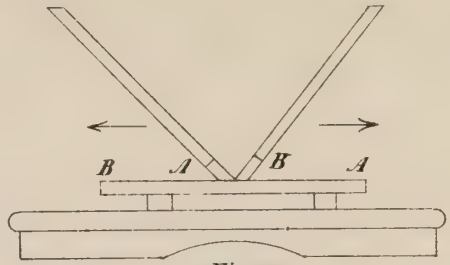


Fig. 2.ª

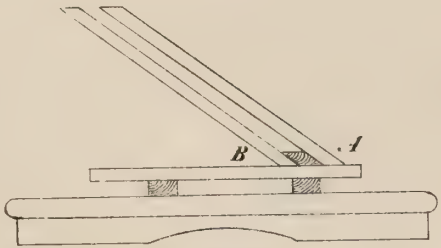


Fig. 3.ª

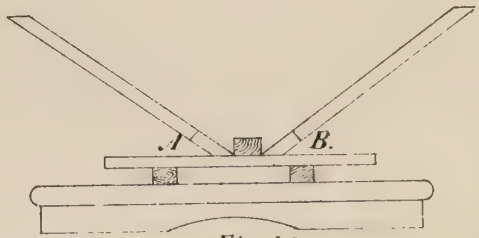


Fig. 4.ª

Lam. 1ª

LIT. DEL TIMBRE.

seguida el otro polo del iman, se desviará en sentido contrario un arco igual. Así es que: Primero. "Los dos polos de un iman tienen igual intensidad." Segundo. "Si un iman se rompe en un número cualquiera de pequeños fragmentos, cada fragmento posee dos polos opuestos, cuya intensidad es igual á la de los polos del iman primitivo."

Dijimos ya que los imanes obran sobre todos los cuerpos (propiedad demostrada por las experiencias de Coulomb, Levaillaif y Becquerel), unas veces atrayéndolos, otras repeliéndolos. A las sustancias que son atraidas se les llama "magnéticas" (el nickel, cobalto, cromo, compuestos ferruginosos, etc.); á las que sufren repulsion, "diamagnéticas" (bismuto, plomo, azufre, cera, agua, etc.)

Los imanes, obrando sobre las sustancias magnéticas, presentan varios fenómenos (espectros y fantasmas magnéticos, etc.), que son distintos casos de la "imantacion por influencia," y que ampliamente se encuentran desarrollados en los cursos de física; consistentes, segun se recordará, en que los imanes, en presencia de las sustancias magnéticas, trasforman á estas últimas en verdaderos imanes, puesto que las dotan de dos polos y una línea neutra. Esta influencia puede ejercerse en el caso en que las sustancias magnéticas estén en contacto con los imanes, ó en el de que estén separadas, no dependiendo sino del mayor ó menor poder del iman empleado. La imantacion que adquieren así las sustancias magnéticas no es permanente, y, por regla general, dura tanto como dura la influencia.[1] Otros cuerpos se imantan más difícilmente por influencia; pero es digno de notarse que entónces presentan mayor resistencia para perder el poder magnético. Esta resistencia es la que Coulomb denominó "fuerza coercitiva," y la que Jamin asimiló al frotamiento.

MÉTODOS PARA LA IMANTACION.

Los manantiales de la imantacion son: Primero. Los imanes poderosos. Segundo. El magnetismo terrestre. Tercero. La electricidad, siendo este último el agente más intenso. El poder mag-

1 Algunas sustancias, como el acero, no pueden imantarse fácilmente por influencia; pero una vez imantadas, no pierden su poder magnético.

nético que puede adquirir una barra que se trata de imantar, tiene un límite, cualquiera que sea el procedimiento seguido. Cuando se llega á este límite, se dice que la barra está imantada á "saturacion."

La imantacion por los imanes puede conseguirse por tres procedimientos: Primero. Por simple contacto. Segundo. Por contacto separado. Tercero. Por doble contacto. Vamos á describir sucintamente cada uno de ellos.

MÉTODO DEL SIMPLE CONTACTO.

Se coloca sobre una mesa la barra que se trata de imantar, y se desliza sobre la barra la extremidad de un fuerte imán, varias veces, y siempre en el mismo sentido, y de esta manera quedará la barra imantada. Supongamos que el polo correspondiente á la extremidad del iman que se ha apoyado en la barra, sea el polo designado *A* (polo Norte), y que las fricciones se hayan hecho en el sentido que indica la figura 1ª; entónces en el punto *A'* de la barra se habrá formado el polo Norte del nuevo iman, puesto que la última extremidad de la barra que toca el iman móvil presenta un polo de nombre contrario al que sirve para las fricciones. Si invertimos de polo, es decir, si hacemos las fricciones con la extremidad *B*, cambiarán los polos que van á formarse en la barra. El mismo efecto se produciria si las fricciones fueran siempre hechas con *A*, pero en sentido contrario al que indica la figura 1ª Luego si invirtiéramos el polo del iman móvil y el sentido de las fricciones, no habrá cambio en último resultado.

Este procedimiento de imantacion no puede emplearse más que para barras pequeñas, pues produce siempre una débil imantacion, y algunas veces "puntos consecuentes."

MÉTODO POR DOBLE CONTACTO SEPARADO.

En este procedimiento se colocan dos imanes de igual fuerza y con los polos opuestos, en medio de la barra que se trata de imantar, y en seguida se les hace deslizar simultáneamente hácia las

extremidades de la barra, repitiendo esta operacion varias veces. La figura 2 da una idea de este procedimiento.

MÉTODO POR DOBLE CONTACTO.

Siguiendo este método, los dos imanes que sirven para imantar á la barra, se colocan como en el anterior, con los polos opuestos en frente. Es conveniente inclinar los imanes un ángulo de 15° á 20° y poner entre ellos una pieza de madera. En seguida se hacen deslizar juntos, partiendo del centro á cada una de las extremidades. Las figuras 3 y 4 representan las dos maneras de proceder á la imantacion por este método, que, aunque tiene la ventaja de producir una fuerte imantacion, casi siempre desarrolla "puntos consecuentes."

CORRIENTES ELÉCTRICAS.

Para imantar una barra por medio de la electricidad, se coloca dentro de un tubo de vidrio, y en seguida se enrolla de izquierda á derecha, por arriba ó por abajo, con alambre de cobre (en el primer caso se dice que el alambre es "dextrorsum;" en el segundo, "sinistrorsum"), haciendo pasar una corriente eléctrica, comunicando los polos de uno ó dos elementos, la barra queda imantada. Si se ha empleado una corriente enérgica, es casi instantánea la imantacion.

La barra imantada por este procedimiento tiene su polo *A* ó boreal en la extremidad por la que ha entrado la corriente, si es dextrorsum; y si el alambre ha sido envuelto sinistrorsum, el polo *B* ó austral es el que queda en esa extremidad. El empleo de las corrientes eléctricas para la imantacion es el procedimiento que debe preferirse, no sólo por su violencia y sencillez, sino tambien porque produce la imantacion á saturacion y permanente. Al principiar, la imantacion es muy intensa; pero despues desciende al punto de saturacion estable. Puede suprimirse el tubo de vidrio, usando alambre de cobre aislado.

IMANTACION POR LA ACCION DE LA TIERRA.

Veremos despues que la tierra puede asimilarse á un poderoso iman, y por lo mismo, se puede producir una imantacion por influencia en las barras y en algunas sustancias magnéticas, colocándolas en la direccion del meridiano. La imantacion que así se produce es débil é inestable.

CAUSAS QUE MODIFICAN EL PODER DE IMANTACION.

Haz magnético.—Se llama así á un conjunto de barras imantadas colocadas paralelamente y con los polos del mismo nombre enfrente. Se les da á estos haces diversas formas: algunas veces se adopta la de herradura, que es la que conviene si el haz va á soportar un peso; otras veces se les da la forma rectilínea de barras. A primera vista pareceria que la fuerza de un haz magnético debia ser igual á la suma del poder magnético de cada uno de los imanes que lo componen; pero las experiencias de Coulomb han demostrado que la fuerza del haz es un poco menor, lo que debe atribuirse á las repulsiones que tienen lugar entre los imanes. Para evitar estas repulsiones, es bueno sobreponer las barras de manera que los que van encima vayan siendo más cortos (cosa de un centímetro); de esta manera la barra central del haz es la más larga y las dos que quedan encima las más cortas.

ARMADURAS DE LOS IMANES.

Son unas piezas de fierro dulce, que se ponen en contacto con los polos de los imanes, para conservar y aumentar la imantacion por influencia.

IMANES JAMIN.

Jamin ha demostrado que la fuerza de un iman aumenta con el espesor de las barras, pero no proporcionalmente á él, y ha sus-

tituido las láminas de acero grueso que se empleaban ántes para los haces, con láminas muy delgadas, pero imantadas á saturacion. Los haces magnéticos formados así, adquieren mayor capacidad de saturacion, sobre todo si se usan armaduras. Jamin ha llegado á conclusiones muy interesantes sobre la imantacion; conclusiones que pueden consultarse en algun moderno tratado de Física.

Por último: citarémos entre las modificaciones que puede sufrir un iman, el caso de la inversion de sus polos, que puede tener lugar si se sujeta el iman á una corriente eléctrica que pase en un sentido conveniente.

MAGNETISMO TERRESTRE.

Siempre que se suspende una aguja imantada á un hilo, ó en un pivote sobre el que pueda girar libremente, se observa que despues de un cierto número de oscilaciones, la aguja se detiene sensiblemente en la direccion de la línea Norte–Sur; es decir, segun la meridiana del lugar en el que se verifica la experiencia. De aquí se deduce que en la aguja ejerce la tierra una accion directriz. Se explica esta accion asimilando la tierra á un iman cuyos polos coincidan con los polos geográficos; y en virtud de la ley citada de las atracciones y repulsiones, el polo de la aguja que se dirija al Norte geográfico será su polo austral, y el que se dirija al Sur geográfico será el boreal. Así es que á los polos de una aguja en las condiciones arriba expresadas, se les da nombres aparentemente contradictorios; pues se llama polo norte de la aguja el austral, que es el que se dirige al Norte geográfico.

Esta accion que la tierra ejerce sobre una aguja imantada, se denomina "fuerza magnética terrestre," y su estudio comprende tres elementos: la declinacion, la inclinacion y la intensidad. Los dos primeros se refieren á la direccion de la fuerza, y el tercero á su grado de accion. Para definir estos elementos, volvamos á nuestra aguja libremente suspendida. "El ángulo formado por el eje magnético de la aguja, con la meridiana que pasa por el centro de ella, es lo que se llama declinacion; ó lo que es lo mismo, el azimut astronómico de la aguja." La declinacion es oriental ú

occidental, segun que la aguja esté al Oriente ó al Occidente del meridiano astronómico. El plano vertical que pasa por el eje magnético de una aguja, se llama plano meridiano magnético, y su trazo sobre el horizonte se designa meridiana magnética.

Si suponemos ahora una aguja colocada en el plano meridiano magnético, girando al derredor de un eje horizontal, notarémos que esta aguja forma con el horizonte un ángulo, que recibe el nombre de "inclinacion." La inclinacion es boreal ó austral; para todos los puntos de la tierra situados en el hemisferio Norte es austral, y para los del hemisferio Sur es boreal.

En cuanto á la "intensidad de la fuerza magnética," es la mayor ó menor energía con la que la tierra solicita á la aguja; es una fuerza variable que se valúa por comparacion con otras fuerzas conocidas.

DISTRIBUCION GEOGRÁFICA DEL MAGNETISMO.

Podemos hacer una representacion gráfica de los elementos que forman la fuerza magnética terrestre, si sobre un globo ó un mapa-mundi unimos por una línea continua todos los puntos en que cada uno de los tres elementos citados tiene igual valor. Así obtendrémos tres sistemas de curvas: las que unen puntos de igual declinacion, que se llaman "líneas isogónicas;" las que unen puntos de igual inclinacion, que se llaman "isoclínicas," y las que ligan los puntos de igual intensidad, llamadas "isodinámicas." El estudio y discusion de estas curvas dará á conocer las diferentes leyes á que está sujeto el magnetismo terrestre. Someramente hablarémos de las más notables de estas curvas.

Como la declinacion es oriental para muchos puntos de la tierra, y occidental para otros; y como su valor absoluto varía en distintas localidades, se inferirá, analíticamente, que el valor de la funcion que exprese aquel elemento, debe pasar por cero; ó lo que es lo mismo, que en algunos puntos de la tierra la meridiana astronómica debe confundirse con la magnética. Si unimos los puntos en que tenga lugar esta condicion, tendrémos una primera línea caracterizada, porque es la línea de separacion de los puntos que tienen una declinacion oriental, de los que la tienen

occidental, y porque liga puntos en que la declinacion es nula. A esta línea se le llama "línea sin declinacion." La forma que en lo general afecta, se aparta de la de un círculo máximo, y presenta muchas irregularidades. En el continente americano esta línea parte de la tierra de Boothia; se dirige despues á la bahía de Hudson; pasa cerca de Philadelphia, y corta la extremidad oriental del Brasil en el Cabo de San Roque, para ir á terminar en el hemisferio Sur, en el Sud-Victoria.

En Boothia y en Sud-Victoria la aguja se pone loca; estos dos puntos son los polos magnéticos de la tierra.

Las observaciones hechas ponen de manifiesto que la línea sin declinacion ha experimentado un movimiento lento hácia el Oeste, y que continúa en la actualidad esa traslacion. De aquí resulta que la declinacion va disminuyendo en los lugares en que es oriental, y aumentando para los que tienen declinacion occidental.[1]

En cuanto á las otras líneas isogónicas, dirémos: que en lo general difieren mucho de la forma de círculos máximos. Todos los meridianos magnéticos van á converger á los polos citados. Las líneas isoclínicas tienen formas irregulares, que se alejan bastante de las de los paralelos geográficos. La inclinacion es boreal para el hemisferio Sur, y austral para el hemisferio Norte; es, pues, una cantidad que varía y cambia de signo; así es que, como en las isogónicas, encontrarémos una isoclínica que ligue todos los puntos en que la inclinacion sea nula; en todos ellos la aguja se confundirá con el plano del horizonte. Esta línea se llama "ecuador magnético."[2] Los puntos en que se cortan el ecuador geográfico y el magnético (que se llaman nodos), sufren dislocaciones; la posicion de estos puntos ha variado y continúa variando. En la actualidad se encuentran, uno en el Océano Atlántico y otro en el Pacífico; siendo la direccion de su movimiento de traslacion, de Oriente á Occidente. La intensidad de las variaciones que sufre la línea sin inclinacion es menor que la que experimenta la línea sin declinacion.

Las líneas isodinámicas difieren en general de las isoclínicas; pero una de las más notables entre ellas, la de menor intensidad,

1 En México tenemos el ejemplo de esta variacion.
2 Forma con el ecuador geográfico un ángulo de 12° 30′.

se confunde casi con el ecuadro magnético. En el globo terrestre hay cuatro puntos en que la intensidad magnética es casi máxima. De estos puntos, el más fuerte es el foco americano, y el más débil el de Siberia.

Los tres elementos enumerados sufren variaciones seculares, diurnas, regulares é irregulares, designándose estas últimas con el nombre de "perturbaciones."

Citarémos desde luego algunas de las leyes generales á que están sujetos y que conviene recordar.

"La declinacion oriental en el hemisferio Norte, es mayor en invierno que en verano, sucediendo lo contrario con la occidental."

"La amplitud de la oscilacion diurna, es una funcion de la latitud magnética."

"En los puntos en que la declinacion es oriental, tiene su máximo á las 8 h. a. m.; los que tienen declinacion occidental, lo alcanzan á las 2 h. p. m."

"La inclinacion decrece con la latitud magnética." [1]

"La intensidad magnética aumenta con la distancia al ecuador magnético, y parece ser una vez y media mayor en los polos, que en el ecuador."

La intensidad decrece con la altura, probablemente segun la relacion inversa del cuadrado de las distancias. Varía en el dia, teniendo un mínimum entre 4 h. p. m. y 5 h. p. m. La intensidad presenta variaciones irregulares como la declinacion y la inclinacion.

Las líneas isodinámicas presentan una grande analogía con las isothermas.

ELEMENTOS MAGNÉTICOS DE LA REPÚBLICA.

El territorio de la República está comprendido probablemente entre las isoclínicas de 35° y 60° y las isogónicas de 7° y 12°. En cuanto á las variaciones seculares de estos elementos no se han

1 Como lo comprueban las curvas construidas por Duperrey y la fórmula que aproximadamente liga la inclinacion con la latitud magnética es: tang. $i = 2$ tang. λ.

podido determinar, en razon de que las pocas observaciones antiguas que se han podido reunir fueron practicadas con instrumentos y en circunstancias diferentes, y separadas además con grandes intervalos de tiempo.

MÉTODOS EMPLEADOS EN EL ESTUDIO DE LA DISTRIBUCION GEOGRÁFICA DEL MAGNETISMO.

Siguiendo las ideas de Gilbert y de Euler, se ha buscado á priori, cuál deberia ser la distribucion geográfica del magnetismo terrestre; siempre en la hipótesis de que en la tierra habia un iman dirigido segun el eje del globo. Comparando los resultados de la investigacion á priori, con los obtenidos por la discusion de las observaciones practicadas, se han encontrado bastantes analogías entre lo que indicaban la teoría y la observacion, sin llegar á obtener, sin embargo, una confirmacion completa de aquella. Gauss para estudiar la distribucion del magnetismo terrestre, ha seguido el camino opuesto. Comenzó por buscar las fórmulas empíricas que mejor representaban los resultados de la observacion, estableciendo en seguida á posteriori las leyes de aquella distribucion.

CAPÍTULO II.

MAGNETISMO TERRESTRE.

Naturaleza de la fuerza magnética.—Dijimos ya, que si se suspende una aguja imantada á un hilo, ó se pone en un pivote al derredor del cual pueda girar libremente, se observa que la aguja despues de algunas oscilaciones, se fija siempre en una direccion próxima á la línea N. S. (Norte Sur.) De esta experiencia se deduce que la tierra ejerce sobre los imanes una accion á distancia, que vamos á estudiar.

Sabemos que cuando un cuerpo sólido está sometido á un sistema de fuerzas, cualquiera, éste puede reducirse á otro más sen-

cillo: á un par y á una fuerza única:[1] el par tiende á hacer girar el cuerpo, miéntras que la fuerza tiende á imprimirle un movimiento de traslacion.

Vamos á tratar de reducir el sistema de fuerzas magnéticas que provienen de la accion terrestre sobre una aguja imantada, á un par y á una fuerza. A este fin comenzemos por citar dos sencillísimas experiencias: 1ª Se demuestra por medio de pesadas muy precisas que una barra de acero no pesa más despues de imantada, que ántes, de donde se concluye "que la fuerza magnética terrestre no tiene componente vertical." 2ª Si en una vasija llena de agua y sobre un disco de corcho se pone una barra imantada, el corcho oscila primero y se fija despues en una posicion en que la línea de los polos del iman es casi paralela á la direccion N. S.; pero el corcho y la barra no avanzan al Norte ni al Sur: luego: "la fuerza magnética terrestre no tiene componente horizontal."

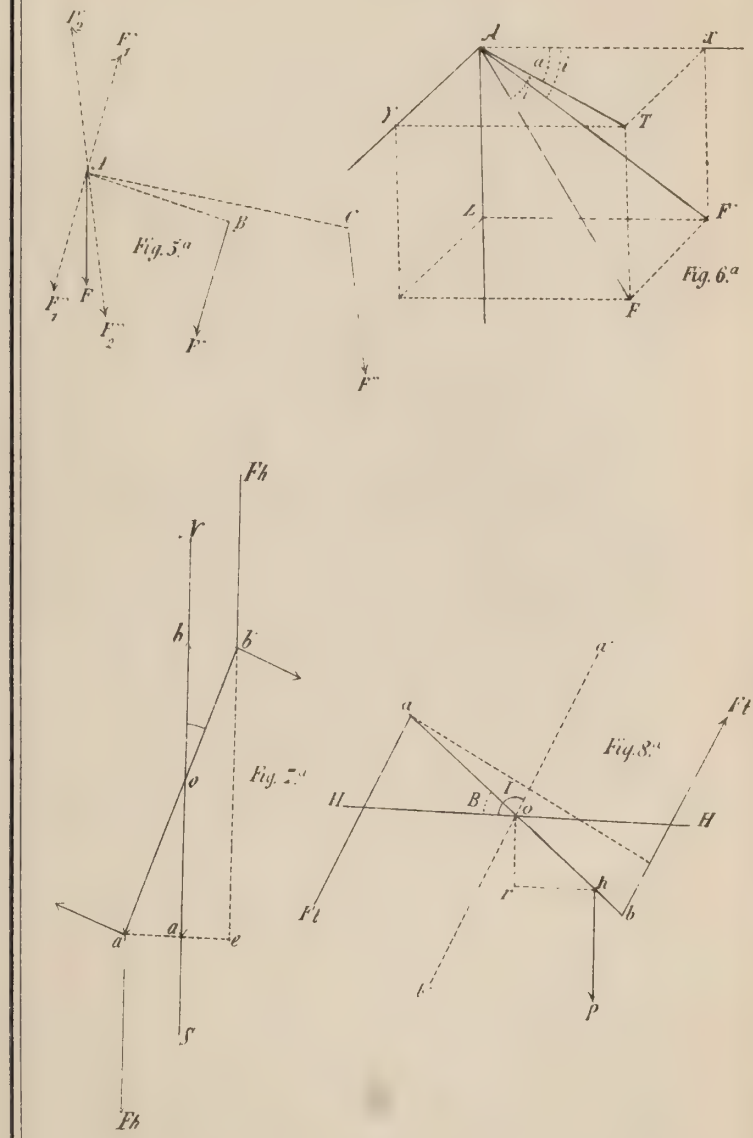
Puesto que la fuerza magnética terrestre no tiene componentes vertical ni horizontal, debe deducirse que es nula, y el sistema de fuerzas magnéticas se reduce á un par[2] que se llama "par terrestre."

La existencia del par terrestre es un hecho de experiencia, perfectamente comprobado. Teóricamente podiamos haber llegado á la misma conclusion, asimilando la tierra á un iman y fundándonos en la ley conocida de las atracciones y repulsiones que tienen lugar entre los polos de los imanes. Los dos polos de una barra imantada, cuya longitud podia despreciarse en presencia

1 En efecto, supongamos que un cuerpo está en equilibrio (Figura 5) bajo la accion de n fuerzas F, F′, F″ aplicadas en los puntos A, B, C, D..... y cuyas direcciones é intensidades están representadas por A F, B F′, C F″..... Tomémos uno de los n puntos de aplicacion, A (p e) é introduzcamos dos fuerzas iguales y contrarias que tengan una direccion paralela á la de la fuerza B F′ y su misma intensidad; estas dos fuerzas serán A F, y A F″, y el sistema primitivo en nada se habrá alterado. Por el mismo punto A llevemos otras dos fuerzas iguales y contrarias paralelamente á C F″ y de una intensidad igual á la de esta fuerza; tendrémos así A F_2 y A F'_2 y continuando de esta manera, llegarémos á obtener: 1º Un sistema de n fuerzas que como son concurrentes tienen una sola resultante; y 2º (n—1) pares cuyos planos se corten en el punto A, por lo cual pueden reducirse á un sólo par resultante, cuyo plano pase tambien por el punto A.

L. Q. S. D.

2 Se llama par á un sistema de dos fuerzas iguales y contrarias, cuyos puntos de aplicacion están en los extremos de una recta. Un par queda determinado por su direccion y por su momento. El momento de un par es el producto de una de sus fuerzas por su brazo de palanca.



LIT. DEL TIMBRE.

de la distancia de los polos magnéticos terrestres, quedaban, en esa hipótesis, solicitados por fuerzas iguales y contrarias.

El par terestre estará completamente determinado cuando se conozca: 1º Su direccion en un lugar de la tierra. 2º Su momento, con relacion á un iman dado.

Para conocer la direccion del par terrestre en un lugar de la tierra, se suspenderá una aguja imantada por su centro de gravedad, de manera que pueda moverse libremente en el espacio, y al cabo de algunas oscilaciones se pondrá en equilibrio en la direccion de dicho par. La suspension citada es ideal, pues no se puede lograr que la aguja se "mueva libremente;" así es que acercándose cuanto sea posible á esta suspension, se conocerá con más exactitud la direccion del par terrestre. Vamos á descomponer una de sus fuerzas de manera que obtengamos elementos cuya determinacion sea más fácilmente realizable.

DESCOMPOSICION DE LA FUERZA DEL PAR TERRESTRE.

Supongamos una aguja imantada, con la suspension ideal que citamos ántes; la aguja en estas condiciones se pondrá exactamente en la direccion del par; direccion que en la figura 6 está representada por A F, siendo A uno de los polos de la aguja. Llevemos por A como orígen, tres ejes coordenados rectangulares, x, y, z, con la condicion de que dos de ellos (x é y) sean horizontales y descompongamos la fuerza A F segun sus componentes en los tres ejes.[1] Estas componentes serán: designando por i el ángulo que A F forma con el plano horizontal.

$$x = \text{A F} \cos i \cos \alpha = \text{F}_h \cos \alpha \text{ llamando A F} \cos i = \text{F}_h$$
$$y = \text{A F} \cos i \operatorname{sen} \alpha = \text{F}_h \operatorname{sen} \alpha$$
$$z = \text{A F} \operatorname{sen} i \qquad = \text{F}_v$$

El producto A F cos i nos representa la proyeccion horizontal de la fuerza del par magnético terrestre, en el plano del me-

1 La mecánica demuestra que toda fuerza puede descomponerse de una infinidad de maneras, segun tres direcciones que formen un ángulo triedro cualquiera.

ridiano magnético, y se le denomina especialmente con el nombre de componente horizontal. El producto A F sen i, representará la componente vertical de la misma fuerza en el plano del meridiano magnético.

El plano z A F es el plano meridiano magnético; el ángulo F A F es la inclinacion; y el ángulo x A F seria la declinacion en el caso en que el plano x A F′ coincidiera con el meridiano astronómico.

Así habrémos descompuesto la fuerza A F. 1º en dos componentes, en el plano meridiano T_h y T_v y á la componente F_h (componente horizontal) en otras dos, x é y de lo que se deduce:

1ª Si la aguja se mueve únicamente en un plano horizontal (aguja de declinacion), cada uno de sus polos estará sometido á una fuerza igual á F_h y se pondrá en equilibrio cuando se encuentre en la direccion del par (F_h — $F_{h'}$) es decir, que su eje coincida con la meridiana magnética.

2ª Si la aguja es móvil únicamente en un plano vertical (aguja de inclinacion) su ángulo con la horizontal medirá la inclinacion, siempre que el plano vertical en que se mueve, coincida con el del meridiano magnético. Si este plano vertical tiene un azimut cualquiera distinto del azimut del meridiano magnético, cada polo de la aguja estará sometido á dos fuerzas x y z ó á su resultante F′; y se pondrá en equilibrio en la direccion del par (F′, — F′) que es diferente del par terrestre. El ángulo que la aguja forma con el horizonte en esta posicion de equilibrio, será un ángulo I′ diferente de I pero ligado con I por una sencilla relacion; pues en efecto I′ es el ángulo F′ A x que forma la resultante F′ con la componente x y se tendrá:

$$\text{tang. I}' = \frac{z}{x} = \frac{\text{F sen I}}{\text{F cos I cos } \alpha} = \frac{\text{tang. I}}{\cos \alpha}$$

Acabamos de ver, que por medio de una aguja móvil en un plano horizontal, se puede determinar el meridiano magnético. Cuando la aguja de inclinacion puede moverse libremente en el plano del meridiano, da la direccion del par terrestre. En todo rigor no es indispensable que el plano de la aguja de inclinacion coincida con el meridiano, pues la direccion del par director pue-

de conocerse, aunque la aguja se mueva en cualquiera vertical. En efecto, coloquemos el plano vertical sucesivamente en dos posiciones, cuyos azimutes magnéticos (incógnitos) sean α y α', siendo $\alpha' = \alpha + m$, m expresa la diferencia de azimutes entre α y α', cantidad conocida. Tendrémos las siguientes relaciones:

$$\left.\begin{array}{l} \text{tang. I} = \text{tang. I}' \cos \alpha \\ \text{tang. I} = \text{tang. I}'' \cos \alpha' \end{array}\right\} (1)$$

Sacando el valor de cos α de la primera y sustituyéndolo en la segunda, se eliminará α y tendrémos:

$$\text{tang. I} = \text{tang. I}'' \left(\frac{\text{tang. I} \cos m}{\text{tang. I}'} + \text{sen } m \sqrt{1 - \frac{\text{tang. }^2\text{I}}{\text{tang. }^2\text{I}''}} \right)$$

Sacando á tang. ^{2}I como factor comun, y despejando á tang. I

$$\text{tang. I} = \frac{\text{sen } m \text{ tang. I}''}{\sqrt{1 - \frac{2 \text{ tang. I}'' \cos m}{\text{tang. I}'} + \frac{\text{tang. }^2\text{I}''}{\text{tang. }^2\text{I}'}}} \quad (2)$$

El valor de tang. I está en funcion de cantidades conocidas, y ésta fórmula nos permite conocer el valor de la inclinacion en el meridiano magnético, sirviéndonos de los valores obtenidos en otros planos. Conocido I y sustituido su valor en alguna de las relaciones (1) se obtendrá α. En resúmen, la direccion del par terrestre puede conocerse empleando una aguja móvil libremente en un plano vertical cualquiera. La fórmula (2) será incómoda para las aplicaciones. En la práctica se acostumbra hacer $m = 90°$, es decir, observar la inclinacion en dos planos verticales rectangulares; la fórmula (2) se convierte entónces:

$$\cot {}^2\text{I} = \cot {}^2\text{I}' + \cot {}^2\text{I}''$$

DETERMINACION DEL MOMENTO DEL PAR TERRESTRE.

Habiendo obtenido la direccion de la fuerza magnética terrestre, réstanos determinar su momento con relacion á un iman dado, para que el "par" quede completamente definido. Esta determinacion puede hacerse neutralizando la accion del par terrestre por medio de fuerzas conocidas, pues es sabido que dos fuerzas son iguales cuando se equilibran. Este principio sirve de fundamento á los procedimientos que vamos á dar á conocer.

Método de Coulomb.—En el procedimiento seguido por este físico, el par terrestre se valúa equilibrando su accion por medio de la fuerza de torsion. El aparato que empleó este sabio en sus experiencias, se conoce con el nombre de "Balanza de Coulomb." Sus experiencias consistian esencialmente en suspender una aguja imantada de manera que pueda moverse libremente en un plano horizontal, y que puesta esta aguja en el meridiano, el hilo de que suspende no tenga torsion; la aguja se aparta en seguida de esta posicion de equilibrio introduciendo en el hilo una torsion N. que haria que la aguja, obedeciendo solamente al hilo, se colocará sin torsion en un azimut N^0. Mas como está sometida tambien á la accion terrestre, se colocará en el azimut ω^0, y el hilo tendrá una torsion, cuyo valor es $(N - \omega^0)$.

Sea (Figura 7ª) $a\,b = 2\,l$ la posicion de equilibrio de la aguja cuando coincide con el meridiano magnético, y $a'\,b' = 2\,l$ la posicion de la aguja en el azimut ω^0, (despues de que se ha dado al hilo la torsion N.)

La aguja en $a'\,b'$ está en equilibrio, pues por una parte la solicita la accion del par terrestre $(F_{h'} - F_h)$ para traerla al meridiano magnético, y por la otra en sentido inverso el par de torsion.

Se sabe que el momento del par de torsion es proporcional al ángulo de torsion; así es que designándolo por $M_t = C\,(N - \omega^0)$ y como la expresion del momento del par terrestre es

$$M = 2\,F_h\,l \text{ sen } \omega,$$

la ecuacion de equilibrio tendrá la forma

$$2\ F_h\ l\ \text{sen}\ \omega = C\ (N^0 - \omega)$$

De esta manera tendrémos el momento del par componente horizontal con relacion al iman empleado.

Segundo método.—El fundamento de este método consiste en equilibrar la accion del par terrestre con la de un peso conocido, que se coloca generalmente en una aguja de inclinacion en la extremidad opuesta á la que se encuentra bajo el horizonte; es decir, en sentido contrario á aquel en el que obra la inclinacion. Se suspende una aguja imantada, (Figura 7 vis) por su centro de gravedad, de manera que gire libremente en el plano meridiano magnético y que lleve cerca de una de sus extremidades un peso conocido, esperando á que la aguja quede en equilibrio.

La aguja quedará sujeta á dos sistemas de fuerzas: 1º al par terrestre, cuyo momento en la posicion de equilibrio actual es

$$M = 2\ F_t\ l\ \text{sen}\ (i \pm \beta)$$

siendo i el valor de la inclinacion y β el de la altura ó depresion de la aguja con respecto al horizonte, considerando á β positivo en el primer caso y negativo en el segundo. 2º A la accion del peso P sobre la aguja, cuyo momento

$$M' = P \times hr = P\ ho \cos \beta = P\ d \cos \beta.$$

La ecuacion de equilibrio será:

$$2\ F_t\ l\ \text{sen}\ (i \pm \beta) = P\ d \cos \beta$$

expresion del momento del par terrestre con relacion á un iman.

Los dos procedimientos descritos, permiten conocer en un lugar dado de la tierra, en igualdad de circunstancias y sirviéndose del mismo iman, las variaciones que en un período de tiempo cualquiera, sufre la intensidad de la fuerza que obra sobre el iman. Limitando aquí nuestras investigaciones, no estariamos en aptitud de comparar los distintos valores que en dos ó más localidades tiene la intensidad de la fuerza terrestre aplicada á un iman, pues para conseguirlo, tendriamos que servirnos siempre del mismo iman y trasportarlo á todas las localidades en que se quisiera experimentar, ó tendriamos que reducir todos los resultados obtenidos con varios imanes á un "tipo;" reduccion que presentaria grandes dificultades. Más adelante verémos los métodos que se emplean cuando se quiere estudiar la intensidad magnética absoluta; y fundándonos en nuevas nociones aprovecharémos los dos procedimientos descritos ya, para ese estudio.

CAPÍTULO III.

PÉNDULO MAGNÉTICO.

Ley de las acciones magnéticas.—Campo magnético.—Momento magnético de un iman.—Intensidad absoluta del magnetismo terrestre.—Métodos de Gauss, de Lloyd, de Coulomb.

Péndulo magnético.—Una aguja imantada, suspendida de manera que pueda moverse "libremente" en un plano horizontal y con la condicion de que el hilo del que se ha suspendido no tenga torsion, se colocará en el meridiano magnético despues de haber ejecutado algunas oscilaciones. Cuando el eje magnético de la aguja coincida con la meridiana magnética del lugar de la experiencia, la aguja habrá alcanzado su posicion de equilibrio. Si por una causa extraña, (por la proximidad de un objeto de acero por ejemplo), se aparta la aguja de su posicion de equilibrio y en seguida se hace cesar la causa perturbadora, se quita el objeto de acero, la accion del par componente horizontal terrestre se ma-

nifiesta inmediatamente; su momento irá disminuyendo proporcionalmente al seno del arco de oscilacion hasta tener un valor nulo,[1] más en virtud de la fuerza de inercia se volverá á apartar de su posicion de equilibrio en sentido contrario, recorriendo un arco de oscilacion igual en amplitud al anterior. Llega un instante en que el par terrestre que entónces va creciendo, equilibra á la fuerza de inercia; la aguja se detiene un momento, pero solicitada por el par terrestre, volverá á repetir la misma serie de fenómenos y las oscilaciones continuarian indefinidamente si no hubiera resistencia de medios. Se ve que estos fenómenos que presenta un iman oscilante son análogos á los de un péndulo. Establecida esta similitud se aplicará á las oscilaciones ejecutadas por un iman en las condiciones precitadas la fórmula del péndulo compuesto:

$$t = \pi \sqrt{\frac{\Sigma\, m\, r^2}{\mathrm{M}\, g\, a}}$$

en la que t es la duracion de una oscilacion infinitamente pequeña, $\Sigma\, m\, r^2$ el momento de inercia[2] del péndulo. $\mathrm{M}\, g$ la fuerza aceleratriz y a la distancia del punto de aplicacion al eje de rotacion.

En el caso del péndulo magnético, se agrega la accion del par terrestre sobre los dos polos para producir el movimiento oscilatorio, y la fuerza aceleratriz es $2\, \mathrm{F_h}$; en cuanto á la distancia del punto de aplicacion al eje de oscilacion es la semilongitud de la línea de los polos $2\, l$ y la fórmula se trasforma en la siguiente:

$$t = \pi \sqrt{\frac{\Sigma\, m\, r^2}{2\, l\, \mathrm{F_h}}} \quad \ldots\ldots (1)$$

1 En la posicion de equilibrio de la aguja, el momento del par componente horizontal es nulo, porque el brazo del par es cero y las dos fuerzas son diametralmente opuestas.

2 Se llama momento de inercia de un punto material con relacion á un eje, al producto de su masa por el cuadrado del radio de rotacion; este último mide la distancia de un punto del cuerpo al eje.

LEY DE LAS ACCIONES MAGNÉTICAS.

Fundado Coulomb en la consideracion del péndulo magnético, se sirvió de él para demostrar la siguiente ley fundamental del magnetismo terrestre: "Dos polos magnéticos, situados á una distancia d, se atraen ó se repelen, en razon inversa del cuadrado de sus distancias, y en razon directa del producto de sus masas magnéticas." Coulomb habia verificado la ley sirviéndose de su balanza ántes de usar el péndulo magnético; pero ninguna de las dos demostraciones es rigurosa, y vamos á citar la última que empleó aquel sabio, por ser la ménos imperfecta.

Considerémos el péndulo magnético en su posicion de equilibrio, y coloquemos verticalmente una barra larga imantada, en el meridiano magnético, de manera que el polo de esta barra que quede en el plano horizontal, sea de nombre contrario al más próximo de la barra suspendida, apartando en seguida esta última de su posicion de equilibrio. Como hemos supuesto con Coulomb que la barra perturbadora es bastante grande, no considerarémos más que el efecto de su polo que está contenido en el plano horizontal del péndulo. El péndulo oscilará entónces bajo la accion combinada del par componente horizontal terrestre y de las fuerzas del polo b.

Si llamamos φ al efecto de estas fuerzas, el tiempo de las oscilaciones tendrá por expresion:

1º El péndulo bajo la accion sola del par terrestre

$$t = \pi \sqrt{\frac{\Sigma\, m\, r^2}{2\, F_h\, l}}$$

2º Sujeto al par terrestre y al polo b

$$t' = \pi \sqrt{\frac{\Sigma\, m\, r^2}{2\, l\, (F_h + \varphi_1)}}$$

siempre que la distancia de los dos polos sea d_1.

El efecto φ_1 cambia con la distancia; será φ_2 á la distancia d_2, y el tiempo de oscilacion será:

$$t'' = \pi \sqrt{\frac{\Sigma\, m\, r^2}{2\, l\, (F_h + \varphi_2)}}$$

De estas ecuaciones se deduce $\frac{\varphi_1}{\varphi_2}$ en funcion de t' y t'', y en seguida se prueba experimentalmente que $\frac{t'}{t''}$ es sensiblemente igual $\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$, que es lo que se queria demostrar.

Esta verificacion de la ley se acerca tanto más á demostrarla á medida que $2\, l$ disminuye, que la amplitud de las oscilaciones es pequeña y que el iman perturbador es largo. La demostracion aun en estas condiciones es poco exacta, en razon de que la fuerza aceleratriz no es constante[1], y por lo mismo, no es rigurosamente aplicable la fórmula del péndulo.

Para la demostracion de la ley, en la parte que se refiere á las masas, dirémos que se considera la accion del par terrestre, proporcional á la masa de magnetismo concentrada en un polo de iman. Así es que si f es la fuerza aplicada á la unidad de magnetismo, $f\,\mu$ será la que esté aplicada á la masa μ. La fórmula del péndulo dará para un iman de masa μ

$$t = \pi \sqrt{\frac{\Sigma\, m\, r^2}{2\, l\, f_h\, \mu}}$$

1 Para convencerse, basta establecer la ecuacion de todas las fuerzas que obran sobre el péndulo en dos posiciones sucesivas.

Si hacemos oscilar imanes de la misma distancia polar, de la misma forma, pero de diferente grado de imantacion, obtendrémos una relacion entre la duracion de sus oscilaciones y sus masas. Conocida ya esta relacion, se va poniendo cada uno de los imanes á la misma distancia del péndulo, á fin de perturbar su movimiento, y así se comprueba que "dos imanes obran en razon directa del producto de sus masas magnéticas."

CAMPO MAGNÉTICO.

En la fórmula

$$t = \pi \sqrt{\frac{\Sigma\, m\, r^2}{2\, F_h\, l}}$$

la cantidad F_h representa la accion de la tierra sobre el iman, en las condiciones que hemos considerado. Esta accion depende de la distancia al polo terrestre y de la masa magnética del iman.

Toda region del espacio en la que se ejerce alguna fuerza, se llama "campo de esta fuerza;" así es que denominarémos "campo magnético" á todo espacio sometido á una accion magnética; é "intensidad del campo" á la magnitud de la fuerza aplicada á un punto de este campo, sobre la unidad de magnetismo.[1] El campo magnético es uniforme ó variable, segun que su intensidad sea constante ó variable. La tierra constituye un gran campo magnético variable; pero en un espacio reducido puede considerarse como uniforme, en virtud de que las distancias de los diferentes puntos de un espacio pequeño á los polos magnéticos de la tierra, son sensiblemente iguales. Sea F la intensidad del magnetismo terrestre, sobre un barra imantada de masa μ, y en un campo cu-

1 Se llama unidad de polo magnético ó de cantidad de magnetismo, al polo que, colocado á la unidad de distancia de otro polo igual, produce una fuerza repulsiva igual á la unidad de fuerza.

ya intensidad sea f. Tendrémos $F = f\,\mu$. $F_h = f_h\,\mu$, y sustituyendo en la fórmula del péndulo (1)

$$t = \pi \sqrt{\frac{\Sigma\, m\, r^2}{2\, f_h\, \mu l}} \quad (2)$$

El producto $2\,\mu l$ es lo que se llama momento magnético absoluto del iman.

DETERMINACION DE LA INTENSIDAD ABSOLUTA DEL MAGNETISMO TERRESTRE.

De la fórmula del péndulo (2) se deduce que el producto de la componente del par horizontal terrestre, por el momento absoluto del iman (es decir, el producto $2\, f_h\, \mu l$), es inversamente proporcional al cuadrado de la duracion de una oscilacion, y esa misma fórmula, determinando previamente el momento de inercia $\Sigma\, m\, r^2$ del péndulo, podrá dar el valor de ese producto. Pero cuando se conoce el producto de dos cantidades, fácil es determinarlas separadamente, con tal que se conozca además su cociente. Si llegamos á obtener una relacion entre f_h y $2\,\mu l$, podrémos determinar á $2\, f_h$.

Suspendamos un iman cualquiera, y en seguida desviémoslo de su posicion de equilibrio con el iman que nos ha servido en el péndulo, y cuyo momento absoluto es $2\,\mu l$. La magnitud de la desviacion dependerá de la relacion de la fuerza horizontal terrestre al momento del iman que causa la desviacion. Por el péndulo tendrémos (1) $2\, f_h\, \mu l = C$, siendo C una cantidad conocida; por la desviacion producida (2) $\frac{2\, ul}{f_h} = B$, siendo B una cantidad conocida. Dividiéndolas nos queda $f_h^2 = \frac{C}{B}$; y multiplicándolas tendrémos á $4\, \mu^2 l^2 = B\, C$. De esta última se deduce que el momento magnético del iman es igual á la raíz cuadrada de cantidades determinadas por las observaciones de oscilacion y de desviacion;

y de la otra, que la intensidad absoluta del magnetismo terrestre es igual á la raiz cuadrada del cociente de las mismas cantidades.

Por el anterior método podrémos conocer á f_t, es decir, la intensidad absoluta del magnetismo terrestre, independientemente del iman empleado, y conociendo á $2\,\mu\,l$, bastará una observacion de desviacion ó de oscilacion para determinar á f_t. Sin embargo, es preferible practicar las dos operaciones siempre que se presente alguna ocasion favorable, para evitar los errores que pueden producir un cambio en la intensidad magnética del iman.

Someramente hemos indicado el procedimiento que permite determinar á f_t; establecido el principio general, vamos á pasar á los detalles del procedimiento. En la fórmula del péndulo que nos da el producto $2 f_h\,\mu\,l$ necesitamos conocer el momento de inercia del iman suspendido; comencemos, pues, por aprender á determinarlo, y cuando sea conocido, buscarémos la relacion $\frac{2\,\mu l}{f_h}$ y expresándola en funcion de cantidades conocidas, habrá terminado nuestra investigacion.

DETERMINACION DEL MOMENTO DE INERCIA.

$\Sigma\, m\, r^2$.—Para determinar este momento, agreguémos á la barra magnética que ha constituido nuestro péndulo, un cuerpo que no sea magnético y que tenga forma geométrica. Si unimos este cuerpo á la barra y lo suspendemos por su centro de gravedad, formarémos un sistema que puesto á oscilar dará para la duracion de una oscilacion una cantidad t'. Llamando t la duracion de la oscilacion de la barra como estaba al principio y Q su momento de inercia $\Sigma\, m\, r^2$ tendrémos que

$$t^2 = \frac{\pi\, Q}{2 f_h\, \mu l}$$

y designando por Q′ el momento de inercia del cuerpo que he-

mos agregado á la barra magnética, tendrémos igualmente que la oscilacion del sistema formado es:

$$t'^2 = \frac{\pi (Q+Q')}{2 f_h \mu l}$$

Dividiendo una por otra

$$\frac{t^2}{t'^2} = \frac{Q}{Q+Q'} \text{ de donde } Q = \frac{t^2 Q'}{t'^2 - t^2}$$

Esta relacion liga á Q con Q′ y basta conocer esta última cantidad para determinar á Q.

La mecánica general enseña á determinar el momento de inercia de cualquiera cuerpo de forma regular y referido á cualquiera eje; nosotros supondrémos para simplificar, que nuestro cuerpo adicional tiene la forma cilíndrica, que es por otra parte la que casi siempre se adopta en la práctica.

Se sabe que el momento de inercia es la suma de los productos que se obtienen multiplicando las masas $m\ m'\ m''$..... de los puntos materiales que componen un sólido invariable, por el cuadrado de las distancias $r^2\ r'^2\ r''^2\ r'''^2$ de estos puntos, á una recta cualquiera D. Si se ha calculado el momento de inercia $\Sigma\, m\, r^2$ con relacion á una recta, supongamos que se determina una línea K con la siguiente condicion:

$$\Sigma\, m\, r^2 = M\, K^2$$

siendo M la masa total del sólido, esta línea K se llama radio de giracion del sólido y puede definirse "el cociente del momento de inercia por la masa." Es tambien el radio de una superficie ci-

líndrica de revolucion, que tuviere la recta D por eje, y sobre la cual se pudiera repartir la masa toda entera del sólido, sin que su momento de inercia con relacion á esta recta, cambiara de valor.

Recordadas estas nociones de la mecánica general, vamos á buscar la expresion del momento de inercia de un cilindro respecto de un eje perpendicular al de figura y que pase por su centro. Si m es la masa de un punto del cilindro (Figuras 9 y 10) cuyas coordenadas sean x, y z, $m\,dx\,dy\,dz$ será la masa del elemento situado en ese punto y su distancia al eje de las x será:

$$\sqrt{y^2 + z^2}$$

de suerte que el momento de inercia del elemento considerado tendrá por expresion $m\,dx\,dy\,dz\,(y^2 + z^2$ y el del cuerpo:

$$m \int\int\int dx\,dy\,dz\,(y^2 + z^2)$$

integral que es igual á la suma de las dos siguientes:

$$m \int\int\int dx\,dy\,dz\,y^2 \;(1)\; m \int\int\int dx\,dy\,dz\,z^2 \;(2)$$

cuya integracion pasamos á efectuar

$$\int\int\int y^2\,dx\,dy\,dz = \int y^2\,dy \int dx \int dz$$

$$\int_{-l}^{+l} y^2\,dy \int_{-\sqrt{r^2 - z^2}}^{+\sqrt{r^2 - z^2}} dx \int_{-r}^{+r} dz = \frac{4\,l^3}{3} \int_{-r}^{+r} (r^2 - z^2)^{\frac{1}{2}}\,dz \;(3)$$

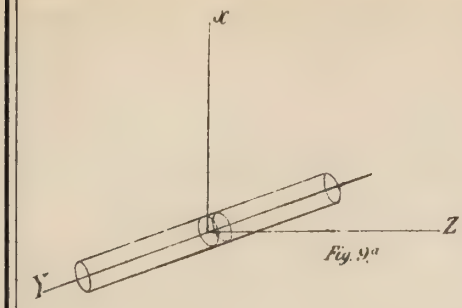


Fig. 9.ª

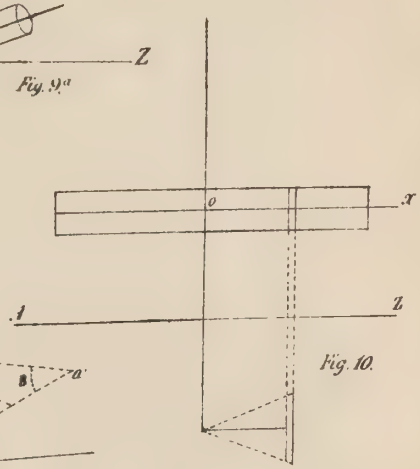


Fig. 10.

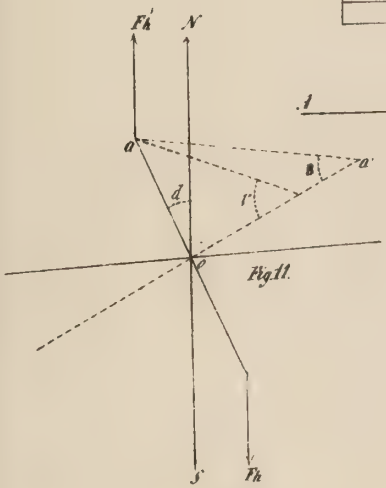


Fig. 11.

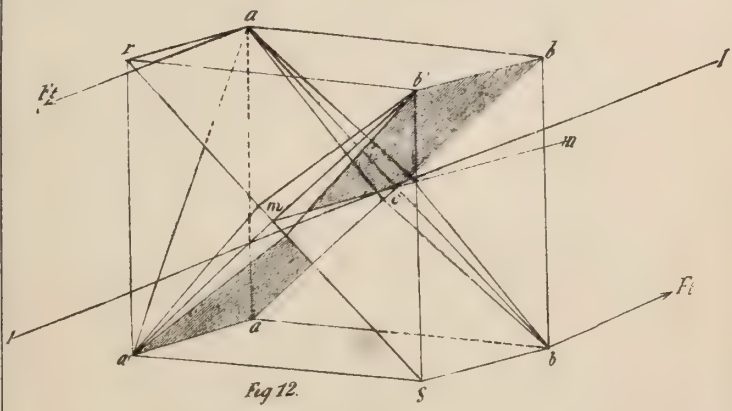


Fig. 12.

LIT. DEL TIMBRE.

Fundándonos en una de las fórmulas de la integracion por partes de las diferenciales binomias que es:

$$\int x^m (a+bx^n)^p \, dx = \frac{x^{m+1}(a+bx^n)^p}{n+1+np} + \frac{a\,n\,p}{m+1+np} \int x^m (a+bx^n)^p dx$$

tendrémos:

$$\int_{-r}^{+r} (r^2-z^2)^{1/2} dz = \frac{z\,(r^2-z^2)^{1/2}}{2} + \frac{r^2}{2} \int_{-r}^{+r} \frac{dz}{\sqrt{r^2-z^2}} = \frac{\pi\, r^2}{2} \quad (4)$$

Busquemos la integral del segundo término:

$$\int\int\int dy\, dx\, dz\, z^2 = \int dy \int dx \int z^2 dz$$

$$\int_{-l}^{+l} dy \int_{-\sqrt{r^2-z^2}}^{+\sqrt{r^2-z^2}} dx \int_{-r}^{+r} z^2 dz = 4\, l \int_{-r}^{+r} (r^2-z^2)^{1/2} z^2 dz \quad (5)$$

Empleando la segunda fórmula conocida de integracion por partes

$$\int x^m (a+bx^n)^p \, dx = \frac{x^{m-n+1}(a+bx^n)^{p+1}}{(m+1+np)\,b} - \frac{(m-n+1)\,a}{(m+1+np)\,b}$$

$$\int x^{m-n} (a+bx^n)^p dx$$

tendrémos:

$$\int_{-r}^{+r} (r^2-z^2)^{\frac{1}{2}}\, z^2\, dz = \frac{z\,(r^2-z^2)^{\frac{3}{2}}}{-4} + \frac{r^2}{4}\int_{-r}^{+r} (r^2-z^2)^{\frac{1}{2}}\, dz = \frac{\pi\, r^4}{8} \quad (6)$$

Sustituyendo los valores de las fórmulas (4) y (6) en las (5) y (3) respectivamente y los de las (5) y (3) una vez verificada la sustitucion, en las (1) y (2) tendrémos como expresion última para el momento de inercia buscado.

$$Q' = 2\,\pi\, r^2\, l \left(\frac{l^2}{3} + \frac{r^2}{4}\right)\ ^{1}$$

Como el momento de inercia $\Sigma\, m\, r^2$ de nuestro péndulo magnético está ligado al momento del cuerpo adicional que se acaba de determinar, en funcion de cantidades conocidas, ya puede ser determinado; y por lo mismo, el producto $2\, f_h\, \mu\, l$ lo será tambien. Busquemos ahora el cociente de f_h y $2\, \mu\, l$.

Sea N S la meridiana magnética (figura 11) con la que se confunde el eje del iman *ab*, cuando está solicitado únicamente por la accion de la tierra; *ab* el iman suspendido, y *a'b'* un iman que llamarémos desviador, y cuyo eje debe coincidir con una perpendicular á la línea de los polos del *ab*, debe pasar por el centro de la misma y estar contenido en un plano horizontal.

El iman *ab*, sometido á la influencia del iman desviador, se aparta del meridiano magnético un ángulo α. En esta nueva posicion de equilibrio el iman está sujeto: primero, al par componente horizontal terrestre que tiende á traer al iman *ab* á la línea N S; segundo, á las fuerzas que resultan de las atracciones y repulsiones de los polos *a* y *b* sobre *a'* y *b'*. Por la simetría de la figura se comprende que basta estudiar la accion de uno de los polos del iman móvil sobre los dos del iman fijo y en seguida duplicar el resultado.

1 En el caso en que se haga oscilar junto con la barra imantada otro cuerpo que aunque de forma regular no tenga la cilíndrica, puede buscarse el momento de inercia por un procedimiento análogo al expuesto.

Establezcamos la ecuacion de equilibrio, para lo que notarémos: primero, que todos los elementos están en un plano y que la ecuacion de equilibrio es que la suma de las proyecciones de las fuerzas sobre la recta del iman desviador sea nula.

Tomemos una de las componentes del par terrestre f_h [*p. e.*] proyectada sobre la línea $a'\,o$, será igual á $2\,f_h$ sen α.

La proyeccion de la fuerza ab' será igual á $\frac{\mu\mu'}{ab'^2}$ sen γ; la proyeccion de la fuerza repulsiva $a'a$ será $-\frac{\mu\mu'}{a'a^2}$ sen β, la ecuacion de equilibrio tendrá la siguiente forma:

$$2\,(f_h\,\mu'\,\text{sen}\,\alpha + \frac{\mu\,\mu'}{ab'^2}\cos\gamma - \frac{\mu\,\mu'}{a\,a'^2}\cos\beta) = 0$$

y dividiendo por $2\,\mu'$, quedará

$$f_h\,\text{sen}\,\alpha + \frac{\mu}{ab'^2}\cos\gamma - \frac{\mu}{a\,a'^2}\cos\beta = 0 \quad (1)$$

y como

$$\cos\gamma = \frac{d-l}{ab'} \text{ y } \beta = \frac{d+l}{a\,a'}$$

la ecuacion (1) se convertirá

$$(2)\ f_h\,\text{sen}\,\alpha + \frac{\mu\,(d-l)}{ab'^3} - \frac{\mu\,(d+l)}{a\,a'^3} = 0,$$

igualmente sabemos que

$$a\,b' = \sqrt{l'^2 + (d-l)^2}$$

(llamando d, las distancias oo') y

$$a\,a' = \sqrt{l'^2 + (d+l)^2}$$

la (2) se convertirá en

$$f_h\,\text{sen}\,\alpha = \frac{\mu\,(d+l)}{(\sqrt{l'^2 + (d+l)^2})^3} - \frac{\mu\,(d-l)}{(\sqrt{l'^2 + (d-l)^2})^3} \quad (3)$$

Pasando al numerador los denominadores, quedará:

$$f_h \text{ sen } \alpha = \mu\,(d+l)\,(l'^2+(d+l)^2)^{-\frac{3}{2}} - (d-l)\,(l'^2+d-l)^2)^{-\frac{3}{2}}$$

ejecutando el desarrollo indicado hasta los términos de 5º órden, respecto á d, y llamando P la funcion de l y l' que resulte, quedará:

$$(4)\quad \frac{2\,\mu\,l}{f_h} = \tfrac{1}{2}\,d^3 \text{ sen } \alpha\,(1-\frac{P}{d^2})$$

El primer término de esta ecuacion da el cociente que venimos buscando en funcion de una cantidad P, que depende de l y l', y que á su vez se puede determinar, variando la distancia d á la que se ha efectuado la desviacion. En efecto, para otra distancia d', la fórmula dará:

$$(5)\quad \frac{2\,\mu l}{f_h} = \tfrac{1}{2}\,d'^3 \text{ sen } \alpha'\,(1-\frac{P}{d'^2})$$

igualando (4) y (5) tendrémos:

$$d^3 \text{ sen } \alpha\,(1-\frac{P}{d^2}) = d'^3 \text{ sen } \alpha'\,(1-\frac{P}{d'^2})$$

$$d^3 \text{ sen } \alpha - P\,d \text{ sen } \alpha = d'^3 \text{ sen } \alpha' - P\,d' \text{ sen } \alpha'$$

despejando á P

$$P = \frac{d'^3 \text{ sen } \alpha' - d^3 \text{ sen } \alpha}{d' \text{ sen } \alpha' - d \text{ sen } \alpha}$$

RESÚMEN DEL MÉTODO DE GAUSS.

En resúmen: para determinar la intensidad absoluta del magnetismo terrestre en un lugar dado:

1º Se determina la duracion de una oscilacion de una barra imantada, sujeta únicamente á la influencia del par terrestre.

2º La duracion de la oscilacion del sistema formado por la barra citada ántes, unida al cuerpo adicional; así se conoce el momento de inercia del péndulo y el producto $2\,f_h\,\mu l$.

3º Se desvia otro iman, valiéndose del que nos sirvió en el péndulo, y obtendrémos á $\frac{f_h}{2\,\mu l}$ en funcion del ángulo de desviacion α, de la distancia de los imanes y de las distancias polares de los mismos que entran en la funcion P. Para determinar á P, basta en todo rigor ejecutar dos desviaciones á distancias distintas; pero en general será conveniente multiplicar más el número de observaciones. Combinando en seguida las dos desviaciones para tener á P, sustituyendo este valor en (4), se tendrá $\frac{2\,\mu l}{f_h}$, y como ántes se tenia ya $2\,f_h\,\mu l$, dividiéndolas se encontrará á f_h en funcion de cantidades conocidas. Así habrémos obtenido la intensidad de la componente horizontal de la fuerza magnética. Para obtener la de la fuerza total, bastará dividir á f_h por el coseno de la inclinacion correspondiente á la localidad en que se opera, para lo cual se necesita hacer simultáneamente las experiencias de oscilacion y desviacion con las de inclinacion. Con el mismo procedimiento podemos determinar el momento magnético del iman, á $2\,\mu\,l$; pues para esto basta multiplicar $\frac{2\,\mu l}{f_h}$ por $2\,f_h\,\mu l$. En una estacion en que se hayan practicado una observacion de oscilacion, dos de desviacion á diferentes distancias y una de inclinacion, se conocerá la cantidad P, la intensidad absoluta del magnetismo $\frac{f_h}{\cos i}$, y el momento magnético $2\,\mu l$. Para ver en seguida las variaciones que sufre la fuerza magnética, se puede en todo rigor practicar una serie de observaciones ó de desviacion únicamente, ó de oscilacion; pues si examinamos las fórmulas correspondientes, vemos que, conociendo á P y $2\,\mu l$, se puede determinar en la desviacion á f_h, y en la de oscilacion bastará conocer á $2\,\mu l$. Es de advertir que esta cantidad, $2\,\mu l$, puede considerarse como constante, y que P lo es.

MÉTODO COULOMB.

Al mismo resultado podrá llegarse siguiendo el método empleado por Coulomb, para la determinacion del momento del par terrestre con relacion á un iman dado. En efecto; la expresion obtenida por aquel sabio

$$2\,f_h\,\mu l \operatorname{sen} \alpha = C\,(N - \omega)$$

se ve que contiene el producto $2 f_h \mu l$ en funcion de cantidades conocidas. Si con la misma aguja desviamos á otra, obtendriamos una relacion entre μl y f_h, siguiendo un camino análogo al desarrollado. Esta relacion permitiria eliminar el momento absoluto del iman y llegar á conocer la componente horizontal del par terrestre.

OTRO MÉTODO.

El segundo método que empleamos para determinar el momento del par terrestre con relacion á un iman dado, puede servir de base para conocer la intensidad absoluta del magnetismo terrestre. La fórmula á que llegamos

$$2 f_t \mu l \operatorname{sen} (i \pm \beta) = \mathrm{P} d \cos \beta$$

contiene el producto $2 \mu l$ y f_t si empleando la misma aguja para desviar á otra, podemos tambien conocer el cociente de las mismas cantidades.

Pasamos á desarrollar el método.

Sea ab una aguja colocada en el plano meridiano magnético y que puede girar libremente al derredor del eje horizontal mn (que por la perspectiva aparece oblícuo en la figura 12), y sea $a' b'$ el eje de la aguja empleada en la primera parte de la operacion (la aguja que lleva el peso P), colocada en un plano paralelo al del meridiano magnético, y de tal manera, que su centro m esté en una línea horizontal, perpendicular al plano meridiano y que pasa por el centro de la aguja ab. La aguja ab, solicitada únicamente por la accion de la tierra, se hubiera colocado en su plano, formando un ángulo con la horizontal igual á la inclinacion correspondiente al lugar, en el momento de la experiencia (la direccion de la inclinacion es II); pero sujeta á la vez á la accion de la tierra y á la de los polos de la aguja desviadora $a' b'$, tomará una posicion de equilibrio distinta de la primera. Si se hace girar la aguja $a' b'$ al derredor de su centro m, el ángulo entre las dos agujas irá cambiando, y por lo mismo, las distancias de los polos variarán; entónces la aguja ab irá tambien cambiando de posicion

Se moverá $a'\ b'$ hasta conseguir que quede perpendicular á ab. Veamos en esta posicion cuál es la ecuacion de equilibrio.

Las fuerzas que obran, son: Primero. El par terrestre (cuyas fuerzas son $(f_t - f_t)$, cuyo momento con relacion á un eje perpendicular al meridiano, es:

$$2\ f_t\ \mu' l \text{ sen } (i \pm \gamma).$$

Segundo. La accion del polo b' sobre el polo a.
Tercero. La accion del polo a' sobre el polo b.
Cuarto. La de a' sobre a.
Quinto. La de b' sobre b.

Notemos desde luego que la intensidad de las cuatro últimas fuerzas es igual en todas ellas, puesto que las expresiones de la intensidad

$$\frac{\mu\ \mu'}{a\ b'^2}\quad \frac{\mu\ \mu'}{b\ a'^2}\quad \frac{\mu\ \mu'}{a\ a'^2} \text{ y } \frac{\mu\ \mu'}{b\ b'^2}$$

son iguales, por tener el mismo numerador é iguales denominadores. Harémos notar tambien que como todas estas fuerzas obran oponiéndose á la accion del par terrestre (como es fácil verlo en la figura, recordando que $a'\ b'$ queda fija, y la ley de las atracciones y repulsiones).

Si tomamos una fuerza cualquiera de éstas, ab' (p. e.), y la descomponemos en dos, una contenida en el plano meridiano y otra normal á este plano; la primera es ab'' y la segunda $ar = b'b''$, y descomponiendo de una manera análoga á la fuerza $a'b$ en $a''b$ y en bs; y á la $a'a$ en aa'' y ar, y á bb' en $b''b$ y bs. Como las fuerzas ab' y ba' son atractivas y las bb' y aa' repulsivas, sus respectivas componentes serán de signo contrario, y las cuatro componentes normles ar,$-ar$, bs,$-bs$, se destruirán de dos en dos.

En cuanto á las otras cuatro fuerzas componentes, hay que notar que están en el mismo plano; que son iguales en intensidad y opuestas de dos en dos. Luego ab'' con ba'' formarán un par y

aa'' y $b''b$ formarán otro; pares que tienen brazos iguales, puesto que miden la distancia entre los lados opuestos de un rombo.

Busquemos sus momentos.

$$\text{M}^* \text{ par } (ab'', -a''b) = f^* \, ab'' \times b''t,$$

siendo $b''b$ el brazo de palanca del par.

$$\text{M par } (aa'', -b''b) = f \, aa'' \times b''t,$$

expresando el valor de las fuerzas, y sustituyendo en lugar de $b''t$ su valor, quedará

$$\frac{\mu\mu'}{ab'^2} \text{ sen } ab'b'' \times b''b \text{ sen } b''ba'' \ldots\ldots (a)$$

$$\frac{\mu\mu'}{aa'^2} \text{ sen } aa'a'' \times b''b \text{ sen } b''ba'' \ldots\ldots (b)$$

Vamos á trasformar estas expresiones: tenemos

$$ab'^2 = ab''^2 + b'b''^2$$

$$b'b'' = d' \text{ (distancia entre las dos agujas)}$$

$$ab''^2 = l^2 + l'^2$$

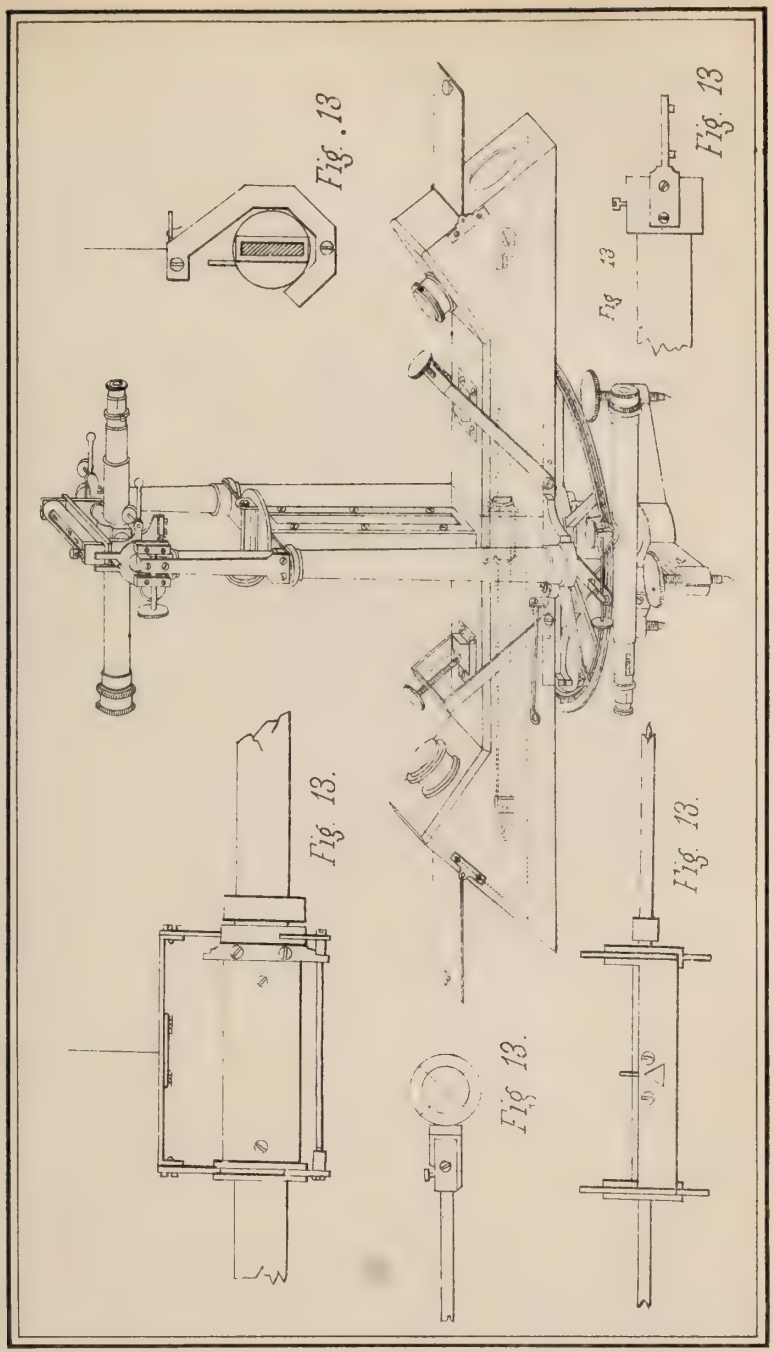
siendo l y l' las semilongitudes de las mismas agujas.

$$\text{sen } ab'b'' = \frac{ab''}{ab'} = \sqrt{\frac{l^2 + l'^2}{ab'}}, \; b''b = \sqrt{l^2 + l'^2}$$

$$\text{sen } b''ba'' = 2 \text{ sen } b''bo \cos b''bo, \; b''bo = \tfrac{1}{2} \, b''ba''$$

$$\text{sen } b''bo = \frac{l}{\sqrt{l'^2 + l^2}} \cos b''bo = \frac{l'}{\sqrt{l'^2 + l^2}}$$

* M = momento. f = fuerza.



LIT. DEL TIMBRE.

operando en (a) las sustituciones, quedará:

$$2\ \frac{\mu\mu'}{l^2+l'^2+d'^2}.\ \frac{\sqrt{(l^2+l'^2)}}{\sqrt{l^2+l'^2+d'^2}}.\ \sqrt{l^2+l'^2}.$$

$$\frac{ll'}{l'^2+l^2} = \frac{2\ \mu\mu'\ ll'}{(l^2+l'^2+d^2)}\ ^{\frac{3}{2}}$$

Como aa' es igual con ab', ya conocerémos su valor, y además $aa'a'' = ab'b''$ y el brazo del par es igual, el valor de (b) será igual al de (a), y por último, la ecuacion de equilibrio será

$$2\ f_t\ \mu'l'\ \text{sen}\ (i \pm \gamma) = \frac{4.\ \mu\mu'\ ll'}{(l^2+l'^2+d'^2)}\ ^{\frac{3}{2}}\ \text{(A)}$$

Dividiendo la (A) por $2\ \mu'l'$ quedará:

$$f_t\ \text{sen}\ (i \pm \gamma) = \frac{2\ \mu\ l}{(l^2+l'^2+d'^2)}\ ^{\frac{3}{2}}$$

de donde

$$\frac{f_t}{2\ \mu\ l} = \frac{1}{\text{sen}\ (i \pm \gamma)}\ (l^2+l'^2+d'^2)\ ^{\frac{3}{2}}$$

Las fórmulas definitivas en este último método son las siguientes:

$$2\ f_t\ \mu\ l\ \text{sen}\ (i \pm \beta) = \text{P}d\ \cos\beta \ldots\ldots\ (1)$$

$$\frac{f_t}{2\ \mu\ l} = \frac{1}{\text{sen}\ (i \pm \gamma)\ (l^2+l'^2+d'^2)}\ ^{\frac{3}{2}} \ldots\ldots\ (2)$$

Multiplicándolas y llamando

$$\text{R} = (l^2+l'^2+d'^2)\ ^{\frac{3}{2}}$$

obtendrémos

$$f_t^2 = \frac{Pd}{R} \cdot \frac{\cos \beta}{\text{sen}\,(i \pm \gamma)\ \text{sen}\,(i \pm \beta)} \quad (3)$$

dividiéndolos

$$4\,\mu\,l^2 = \frac{Pd \cos \beta\ \text{sen}\,(i \pm \gamma)\ \text{sen}\,(i \pm \beta).\ R}{\text{sen}\,(i \pm \beta)}$$

Así obtendriamos el valor de f_t ó de μl, siempre que conozcamos previamente el valor de Pd y de R. Si valiéndonos de otro método hemos determinado el mismo dia á f_t, sirviéndonos del método de Gauss (p. e.), conocerémos en la ecuacion (3) á $\frac{Pd}{R}$ y si directamente hemos medido á P y á d, podrémos conocer á R.

Este último método es digno de recomendarse en la práctica, en razon de que solamente exije el empleo de una brújula de inclinacion (una vez que se ha determinado el valor de la constante $\frac{Pd}{R}$), miéntras que en el de Gauss se necesita usar dos instrumentos, la brújula de inclinacion y un magnetómetro, y este último es de difícil conduccion.

En la práctica se procede así: En una estacion fija, sirviéndose del método de Gauss, se determina el valor de f_t al mismo tiempo, usando la brújula de inclinacion á i, β y γ, por medio del último método descrito. Con estos valores se conocerá á $\frac{Pd}{R}$. Desde este momento puede ya utilizarse solo el método descrito para conocer en cualquier lugar á f_t con la brújula de inclinacion únicamente.

CAPÍTULO IV.

INSTRUMENTOS Y MÉTODOS DE OBSERVACION EMPLEADOS EN EL ESTUDIO DEL MAGNETISMO TERRESTRE.

Numerosos son los sistemas de instrumentos que se han empleado para el estudio del magnetismo terrestre, y muchas las modificaciones que en cada uno de ellos se han hecho. Describir todos presentaria la utilidad de conocer la evolucion que en su desarrollo ha seguido el magnetismo terrestre. Ciertamente es de un gran interes para el completo conocimiento de una ciencia seguir paso á paso todos sus adelantos; ir analizando uno á uno los métodos de que se ha servido, y conocer cuáles modificaciones se han ido sintiendo imperiosas y urgentes en los mecanismos de los instrumentos, pues sólo contando con todas estas enseñanzas es como se puede llegar á poseer el espíritu de la ciencia estudiada. Pero en los estrechos límites de apuntes como éstos, y para el objeto práctico que nos hemos propuesto, bastará describir los instrumentos que principalmente se han usado con éxito en el estudio del magnetismo terrestre.

Como el estudio del magnetismo comprende: la determinacion en valor absoluto de la declinacion, inclinacion é intensidad, dividirémos los instrumentos que vamos á describir, en tres clases, comprendiendo cada una de ellas todos los instrumentos adecuados esencialmente, para dar cada uno de los elementos arriba citados.

DECLINACION.—BRÚJULAS DE DECLINACION ABSOLUTA.

Brújula comun de declinacion.—Recordarémos que la declinacion es el ángulo que en un lugar de la tierra forman los meridianos astronómico y magnético. El instrumento que permita la

medida de la declinacion, debe estar dotado de los accesorios necesarios para la determinacion de ambos planos y del ángulo que entre sí forman.

Para la determinacion del meridiano astronómico, se pueden emplear distintos métodos; pero los principalmente usados exigen disponer de un telescopio móvil al derredor de dos ejes, uno horizontal y otro vertical. Para la del magnético bastará una aguja magnética suspendida por su centro de gravedad, móvil en un plano horizontal y cuyo eje de figura coincida con el eje magnético; pues una aguja en estas condiciones, segun se ha visto ya, se coloca en la direccion del meridiano magnético. Una graduacion horizontal permitirá medir el ángulo que entre sí forman estos meridianos.

Los modelos comunes de brújula de declinacion, constan esencialmente de una caja circular de cobre (para disminuir las oscilaciones) en cuyo centro hay un pivote en el que descansa una aguja imantada. A las paredes de la caja van unidos dos montantes en los que se apoyan los muñones del eje horizontal de un telescopio: paralelamente á este eje se encuentra un nivel con los tornillos necesarios para su correccion. La caja de cobre se termina en su parte inferior por un eje cónico concéntrico con el pivote en que descansa la aguja; eje que se ajusta en un collar que en su parte superior lleva un disco graduado y en la inferior es solidario á un tripié con tornillos niveladores. La caja de cobre en su interior tiene una segunda graduacion concéntrica con la anterior y una línea de fe contenida en el plano vertical que pasa por la línea de colimacion del anteojo. La línea de fe lleva en sus extremos las letras N y S. El instrumento tiene dos verniers opuestos, unidos á la caja, y está dotado de los tornillos de presion y de aproximacion necesarios para todos los movimientos del instrumento. Algunas veces se construye la brújula de declinacion poniendo el anteojo paralelo á la línea Norte-Sur.

MANERA DE DETERMINAR LA DECLINACION.

Se nivela el instrumento hasta conseguir que en una rotacion completa del limbo permanezca inmóvil la burbuja del nivel paralelo al círculo horizontal. Despues se establece el paralelismo entre el eje horizontal del anteojo y el plano del limbo, correccion que puede hacerse sirviéndose del nivel que con este objeto tiene el instrumento. En seguida se destruye el error de la línea de colimacion.[1]

Efectuadas estas correcciones, se pone el anteojo en el plano del meridiano astronómico y se hacen las lecturas de los nonius; en seguida se mueve azimutalmente hasta que la línea Norte-Sur quede cubierta por la aguja. Se hacen las nuevas lecturas, y la diferencia entre éstas y las primeras da el valor de la declinacion.

La brújula de declinacion es un instrumento poco preciso; aun suponiendo verificadas las anteriores correcciones, pueden quedar en el instrumento varias causas de error que provengan de que no satisfaga á las condiciones siguientes:

1ª La línea Norte-Sur debe ser perpendicular al eje horizontal de rotacion del anteojo.

2ª El eje magnético de la aguja debe coincidir con su eje de figura y pasar por el centro de suspension.

3ª El pivote sobre que descansa la aguja debe coincidir con el eje vertical del instrumento.

Es muy difícil lograr que todas estas condiciones queden satisfechas, y aun suponiéndolas realizadas, quedaria todavía la incertidumbre de las lecturas hechas con las extremidades de la aguja, pues por más fina que ésta sea, se comete un error, debido á

1 Se llama línea de colimacion, á la línea que une el centro del objetivo con el centro de la retícula, y error de colimacion á la falta de coincidencia entre la línea de colimacion y el eje óptico del anteojo. La colimacion se corrige por varios procedimientos, cuyo fundamento comun es invertir el anteojo, sea sobre su eje de figura ó moviendo 180° al derredor de su eje vertical. Si ántes y despues de la inversion se ha visado un punto lejano, el error de colimacion se manifestará duplicado y se podrá corregir moviendo los tornillos de la retícula y el tornillo de aproximacion del movimiento azimutal.

que las visuales no se dirigen constantemente bajo el mismo ángulo.

Para evitar la influencia de los anteriores errores, es conveniente tomar por valor de la declinacion el promedio de las declinaciones obtenidas:

1º Leyendo siempre las dos extremidades de la aguja. 2º Invirtiendo las caras de la aguja. 3º Cambiando el sentido de la imantacion. 4º Haciendo girar el instrumento 180° y repitiendo las anteriores operaciones. Seria fácil demostrar que operando de esta manera se elimina el efecto de las anteriores causas de error. Pero siendo la aproximacion de esta brújula, muy corta, casi nunca valdrá la pena de operar como se acaba de prescribir.

Para servirse de la brújula en la determinacion de la declinacion, se distinguen dos casos:

1º Cuando se conoce la graduacion correspondiente al meridiano astronómico, y

2º Cuando se necesita comenzar por determinarla. En el primer caso, bastará tomar la diferencia de lecturas entre la correspondiente al meridiano y la que se obtiene cuando la aguja coincide con la línea Norte--Sur.

En el segundo caso, se necesita determinar previamente el meridiano astronómico.[1]

DECLINÓMETRO DE GAMBEY.

Este es otro instrumento que se usa para la medida de la declinacion. Sobre un tripié con tornillos niveladores está montado un círculo azimutal fijo y graduado finamente: en el tripié entra un eje que soporta toda la parte superior del instrumento, de manera que gira al derredor de este eje y que sus posiciones se miden sobre el círculo por medio de dos verniers opuestos.

Las piezas móviles que soporta el eje, tienen dos objetos distintos: unas sirven para llevar un iman y otras para efectuar ob-

1 Para determinar el meridiano astronómico puede emplearse el método de alturas iguales del sol, ó de una misma estrella, métodos que se pueden estudiar en un tratado de astronomía práctica.

servaciones astronómicas que permitan la determinacion de la meridiana.

Describirémos estas últimas (Figura 13): Dos columnas de cobre sostienen en su parte superior un anteojo que se mueve en un plano vertical, y en su parte inferior se juntan por medio de una plataforma tambien de cobre que sirve de base á una caja en la que se encierra el iman. El anteojo puede sufrir un movimiento lateral, esto es, acercarse ó uno ó á otro de los montantes, teniendo uno de estos últimos un movimiento en el sentido vertical para corregir la horizontalidad del eje. El procedimiento que se usa con este instrumento para el trazo del meridiano es el de alturas iguales del sol ó de una estrella.[1]

Conocida la graduacion meridiana, puede procederse á la medida de la declinacion. Véase como está dispuesto el declinómetro para ese objeto:

En los montantes se encuentra una pieza que soporta un torno en el que se enreda un haz de hilos de seda, y que en su parte inferior sostiene un estribo que sirve para llevar un largo iman. El iman termina en sus extremidades por dos anillos que tienen una retícula cada uno de ellos. El torno tiene un movimiento al derredor de un eje vertical que pasa por su centro; movimiento que se aprecia por medio de una graduacion colocada horizontalmente. Esta disposicion sirve para la medida de la torsion. El iman está encerrado en una caja de cobre en el centro y que se completa con otras dos cajas, de madera, móviles. Estas últimas tienen un vidrio plano colocado convenientemente para poder visar con el anteojo el centro de las retículas que lleva el iman.

Se comprende que una vez conocida la graduacion meridiana, si se mueve el instrumento en azimut hasta que el plano vertical que pasa por el eje del anteojo, pase tambien por el eje magnético, el ángulo recorrido será la declinacion.

El declinómetro de Gambey tiene además un nivel montante y los tornillos de presion y de aproximacion necesarios.

Como el anteojo se emplea para visar un astro, cuya distancia al observador puede considerarse como infinita, y para visar el

1 No se puede emplear procedimiento que exija el conocimiento de la distancia zenital, por no tener círculo vertical el instrumento.

centro de la retícula colocada muy cerca de él, con un mismo objetivo no se podria convenientemente obtener dos focos tan distintos, Gambey en su instrumento logra satisfacer la condicion citada sirviéndose de dos objetivos, dispuestos de la manera siguiente: uno de ellos tiene un radio muy grande y el otro está colocado en el centro (sobrepuesto) y tiene un radio muy pequeño. El conjunto de las dos lentes forma una lente mucho más convergente que la de gran radio. El anteojo puede servir para visar objetos muy próximos, por la parte central y muy lejanos por la parte anular.

MANERA DE MEDIR LA DECLINACION.

Se nivela el instrumento y en seguida se suspende el estribo destinado á llevar la aguja. Como suponemos que el hilo debe tener una torsion, el estribo comenzará á dar vueltas hasta quitar esta torsion. Cuando el estribo esté en reposo, se hará girar el torno del que se suspende el hilo hasta conseguir que el estribo quede en una posicion paralela á los costados de la caja de cobre. Entónces se montará la barra imantada en su estribo y se moverá azimutalmente el instrumento visando por el anteojo una de las retículas que en sus extremidades lleva el iman, hasta que el centro de la retícula de la barra haga oscilaciones iguales á uno y otro lado del centro de la retícula del anteojo. En esta posicion el eje del anteojo (cuya línea de colimacion debe haber sido previamente corregida), se encontrará en el plano meridiano magnético. Se hace entónces la lectura de los nonius y restando esta lectura de la correspondiente al meridiano astronómico se tendrá la declinacion.

En el caso de que no sea conocida la graduacion correspondiente al meridiano astronómico, se comienza por determinar este último.

Las condiciones que tácitamente hemos supuesto para poder usar este instrumento, son: 1º Que el eje magnético de la barra y el plano vertical que pasa por el anteojo, se intercepten en el eje vertical del instrumento. 2º Que el eje magnético y la línea

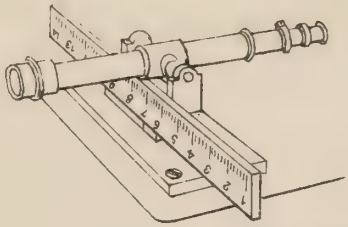


Fig. 14.

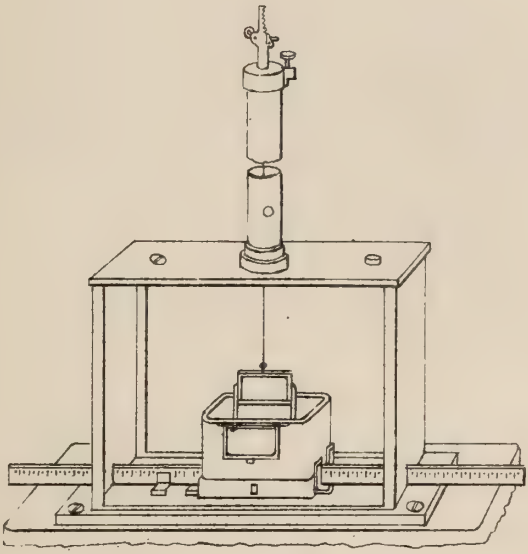


Fig. 14

LIT DEL TIMBRE

que une los centros de la retícula, se confundan. 3º Que el eje magnético pase por el centro de suspension.

Como las condiciones supuestas son en extremo difíciles de llenar, en vez de investigar la manera de satisfacerlas absolutamente, se procede de manera que se eliminen.

Si no están satisfechas la 1ª y la 3ª de las condiciones enunciadas, es decir, si hay error de excentricidad, la declinacion obtenida no será la verdadera; pero como sabemos que la medida de un ángulo excéntrico es la semisuma de los arcos que sus lados abrazan, para eliminar el error bastará visar las dos retículas con el anteojo y tomar la semisuma de las declinaciones así obtenidas; pero esto seria exacto, en el caso de que se verifique la segunda condicion. Para eliminar el error que pueda provenir de que esta condicion no se haya llenado, se invertirán las caras de la aguja y se tomará el promedio de las lecturas obtenidas operando como ántes se ha dicho.

En resúmen: para la determinacion de la declinacion, hay que hacer ocho lecturas; cuatro con la primera cara de la aguja, (N. y S.) y cuatro invirtiendo la aguja; entendiéndose que se observa en posicion directa é inversa del anteojo, á fin de eliminar el error de colimacion que haya podido quedar.

BRÚJULA DE VARIACIONES.

La determinacion exacta de la declinacion es una operacion larga que exige un tiempo considerable para su ejecucion, en virtud de que se necesita repetir las determinaciones como se ha dicho, para poder estar seguros de que se han eliminado las distintas causas de error inherentes á los instrumentos usados, razon por la que en los observatorios ó en las estaciones magnéticas fijas, se determina el valor absoluto de la declinacion, periódicamente, con grandes intervalos de tiempo. En la determinacion de la declinacion, se emplea generalmente de una á dos horas, en cuyo intervalo la aguja ha sufrido variaciones apreciables en su direccion. De aquí resulta, que la declinacion obtenida, es la mé-

dia de los diferentes valores que en ese tiempo ha tenido y se trata de conocer en una investigacion delicada la magnitud de estas variaciones.

Para la prediccion del tiempo y para el estudio de la correlacion de los elementos meteorológicos con el magnetismo, importa sobre todo conocer las variaciones que sufre la declinacion, y se construyen instrumentos adecuados á este estudio. Describirémos la brújula construida por M. Eichiens.

Un instrumento destinado á acusar variaciones en la declinacion, debe ser mucho más sensible que los usados para la determinacion absoluta del valor de aquel elemento magnético.[1] Su disposicion demostrará cómo se ha conseguido satisfacer las condiciones de sensibilidad. El instrumento Eichiens representado en la figura 14, se compone de una caja de cobre que tiene dos de sus costados cerrados con vidrios y que está montada en un poste fijo. La caja en su parte superior lleva un tubo largo de cobre, terminado por un casquillo graduado que puede girar al derredor del eje del tubo. En el centro del casquillo se encuentra una cremallera que sirve para hacer subir ó bajar una pinza que lleva el hilo del que se suspende una larga barra imantada y que queda encerrada dentro de la caja de cobre. La barra se sujeta al hilo sirviéndose de un estribo que en su parte superior lleva un espejo plano, paralelo al eje de figura de la barra. La barra se encierra todavía en un anillo de cobre que deja libre el espejo, teniendo el anillo un espejo fijo. Sobre un segundo poste, colocado á una distancia del primero, variable con la aproximacion que se desee obtener, se encuentra montado un anteojo móvil en un plano vertical y que perpendicularmente á su eje óptico tiene una escala graduada en milímetros. Los rayos luminosos que parten de la regla dividida en milímetros llegan al espejo; allí se reflejan segun las reglas conocidas, de la reflexion y despues de reflejados entran á formar su imágen al centro del anteojo. Esta imágen está fija cuando el espejo tambien lo está. Cuando este último gira al derredor del hilo de suspension, la imágen girará un ángulo doble. La distancia de la regla al espejo, se calcula generalmente de manera que las divisiones en milímetros representen

1 En razon de ser muy pequeñas las cantidades que se trata de apreciar.

minutos de arco, para lo que basta colocarla á una distancia del espejo, de 1m.719.

Teniendo un milímetro por minuto de arco, con el poder amplificado del anteojo, pueden estimarse perfectamente décimos de minuto (6″).

Este instrumento está adecuado para acusar los más débiles movimientos de la aguja en un plano horizontal; determina las variaciones de la declinacion, sin que pueda dar su valor absoluto, á no ser que haya sido determinada la posicion de su cero.

Para que la aguja magnética acuse las más pequeñas variaciones de la declinacion, es necesario que esté dotada de una completa libertad en sus movimientos y que se reduzcan á un mínimum las perturbaciones debidas al medio en el que está suspendida la barra. Las causas que principalmente estorban la sensibilidad de la barra son: 1ª La torsion. 2ª Las corrientes de aire. 3ª Los cambios de temperatura. Para disminuir el efecto de la torsion, se adopta un hilo bastante largo preparado convenientemente. Para disminuir el de las corrientes de aire y atenuar los cambios bruscos de temperatura, se cubre todo el aparato, con una caja de una sustancia poco conductora.

Se sabe que la direccion de la fuerza magnética terrestre sufre variaciones, unas de gran período de tiempo y otras de corto; en cada localidad será conveniente determinar los puntos notables del período, es decir, los máximos, los mínimos y los puntos medios. Previo este conocimiento, el observador podrá juzgar cuáles son las horas, en las que debe disponerse para la observacion de la brújula de variaciones. Anotando las lecturas que en cada observacion vaya obteniendo, las diferencias sucesivas le darán las variaciones correspondientes á los intervalos de observacion.

Miéntras más disminuyan los intervalos de observacion, se llegará á conocer mejor el régimen magnético de cada localidad.

CAPÍTULO V.

INCLINACION.

Colocada una aguja imantada en el plano del meridiano magnético, de manera que gire libremente al derredor de un eje horizontal, forma con el horizonte un ángulo llamado inclinacion.

Los instrumentos destinados á su medida deberán componerse esencialmente de una aguja imantada libre en un plano vertical, de una graduacion horizontal que permita conocer el azimut magnético del plano en el que se mueve la aguja, á fin de poder traerlo al meridiano; y por último, de una graduacion en un círculo vertical, paralelo al plano de la aguja, que dé el ángulo de ésta con el horizonte, es decir, la inclinacion.

Brújula comun de inclinacion.—La brújula comun consta de un círculo horizontal graduado y unido á un tripié con tornillos niveladores. Por el centro del círculo pasa un eje vertical, sobre el cual está fija una alidada provista de un vernier.

Este eje en su parte superior se une á los apoyos que sirven para sostener la aguja y que llevan un círculo vertical graduado. La aguja se monta generalmente, ó sobre chapas de ágata, ó de la misma manera que los ejes de las ruedas de los relojes; montadura que se adopta así para disminuir en lo posible el frotamiento. Paralelamente al círculo horizontal, tiene un nivel con los tornillos necesarios para su movimiento.

Manera de usar la brújula de inclinacion.—Se comienza por nivelar el instrumento, y en seguida se coloca la aguja sobre las chapas de ágata, fijándose en la cara que queda al círculo. Se hará girar en azimut hasta que la aguja se coloque en la graduacion que corresponde á la vertical; así se conseguirá tener la aguja de

inclinacion en un plano perpendicular al del meridiano magnético, segun lo demostrado ya.[1]

Si en seguida se hace girar el instrumento 90° en azimut, la aguja quedará en el meridiano magnético, y el ángulo que en esta posicion forme con el horizonte, será la inclinacion.

La inclinacion obtenida de esta manera seria la verdadera, siempre que el instrumento satisfaciera á las siguientes condiciones:

1ª Que el eje al derredor del cual gira la aguja, sea horizontal.

2ª Que coincida con el centro del círculo vertical graduado.

3ª Que el eje de figura de la aguja coincida con el eje magnético.

4ª Que el centro de suspension coincida con el de gravedad.

5ª Que la línea de los ceros sea horizontal.

La brújula de inclinacion está dotada con el juego de tornillos necesarios para corregir la primera causa de error.

Como algunas de las condiciones citadas son muy difíciles de llenar, y otras imposibles de realizar, se procede de manera que tiendan á eliminarse los errores que afectan á la inclinacion obtenida. Esta eliminacion se obtiene repitiendo la medida de la inclinacion:

1º Visando las dos extremidades de la aguja (para eliminar el error de excentricidad).

2º Operando con el anverso y reverso de la aguja (para eliminar la falta de coincidencia entre los dos ejes).

3º Cambiando el sentido de la imantacion, á fin de que se logre disminuir el error que proviene de la falta de coincidencia entre el centro de suspension y el de gravedad.

4º Haciendo girar todo el instrumento 180° al derredor del eje vertical, para eliminar la falta de horizontalidad de la línea de los ceros.

1 La fórmula que da la inclinacion en un azimut cualquiera es:

$$\text{tang } i' = \frac{\text{tang } i}{\cos a}$$

Cuando a es igual á 90° se tiene $\cos a = o$ y $\text{tang } i' = a$, luego el ángulo de inclinacion es recto, y la aguja en un plano perpendicular al meridiano magnético, quedaria vertical.

Todas estas operaciones deben ejecutarse si se quiere obtener el valor exacto de la inclinacion, no solamente en el meridiano, sino en cualquiera azimut; así es que en todo rigor deben efectuarse en la determinacion del plano perpendicular al meridiano magnético.

Recordarémos que conocido el valor de la inclinacion en dos verticales cuyo ángulo sea conocido, puede llegarse á determinar la inclinacion; y que el caso que se prefiere en la práctica es cuando los dos verticales son perpendiculares entre sí. Este método se designa con el nombre de "azimutes rectangulares."

Ambos métodos exigen casi el mismo número de operaciones cuando se trabaja con todo esmero. Bajo el punto de vista de la violencia, ninguno presenta una superioridad notable.

La brújula comun no sirve para determinar la inclinacion con exactitud, pues aun suponiendo que se aplicara el método que se desprende del análisis que se acaba de hacer, quedaria una grave causa de error, la gran incertidumbre de las lecturas hechas, proyectando, á la simple vista, sobre la graduacion, las extremidades de la aguja. Por lo tanto, no es de aconsejarse la repeticion de observaciones, puesto que es ilusoria la aproximacion que así se alcanzara.

BRÚJULA DE INCLINACION, MODELO DE KEW.

Al hablar de los modelos comunes de brújula de inclinacion, insistimos en hacer ver la poca aproximacion que puede alcanzarse usándolos.

Últimamente se han construido otras brújulas con útiles modificaciones, y que se prestan mejor para el estudio del elemento magnético que venimos considerando. En la construccion de los nuevos modelos, se han sujetado los fabricantes á las instrucciones dadas por el Observatorio de Kew.

Pasamos á describir la brújula del modelo de Kew y á desarrollar el método de observaciones empleado con este instrumento.

La brújula (figura 15) se compone de un tripié, con tornillos niveladores, que sostiene un eje; en el que se ajusta por medio de

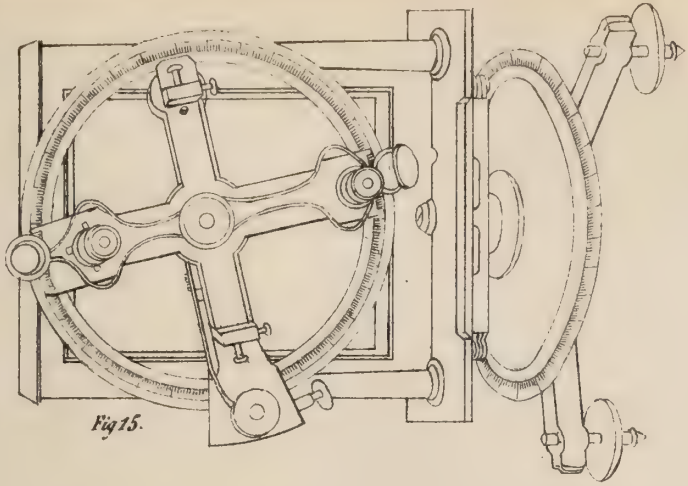


Fig 15.

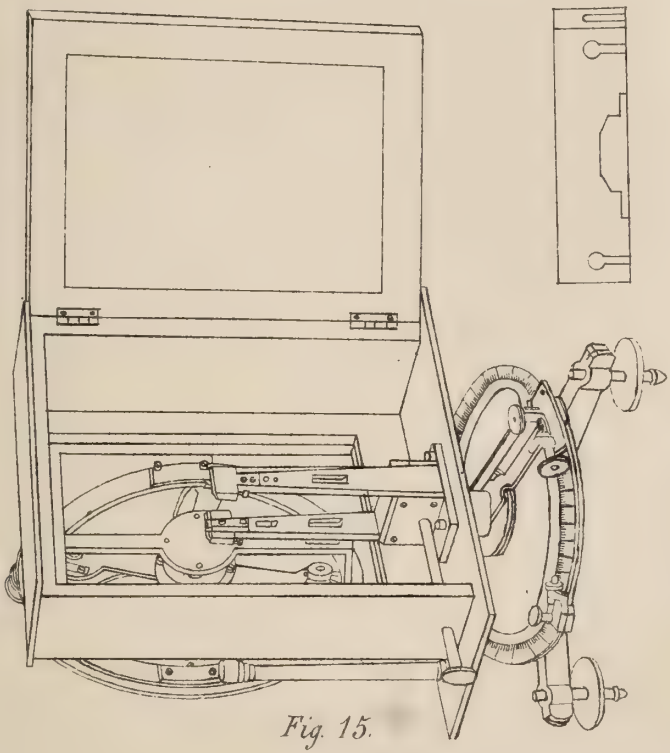


Fig. 15.

LIT DEL T MBRE.

un collar un disco con un vernier. Exteriormente á este disco va una corona horizontal graduada unida al tripié. La corona está graduada generalmente en cuadrantes, y el vernier permite aproximar 1′. En la parte superior del eje citado descansa una plataforma en la que se apoyan los montantes destinados á recibir la aguja, y una caja de madera con costados cubiertos por vidrios, que sirve para proteger á la aguja de las corrientes de aire. Sobre la referida plataforma y en un plano paralelo al de los montantes, se encuentran dos columnas en las que se ajusta con varios tornillos el círculo vertical graduado, que, con esta disposicion, queda enteramente separado de la aguja magnética, pero comprendido en un plano paralelo al de aquella. Darémos algunos detalles sobre los montantes, la caja, la aguja y el círculo.

Los montantes se componen de dos piezas de laton que terminan en su parte superior por dos prismas de ágata que no están invariablemente unidos á los montantes, sino que pueden sufrir movimientos en el sentido vertical, que se les comunican valiéndose de un juego de tornillos convenientemente colocado. Aplicados á las caras interiores de los montantes, se encuentran dos láminas de laton terminadas en su parte superior en VV, y que en su parte inferior reciben un movimiento ascendente que se les comunica por medio de un boton exterior á la caja, que obra sobre un excéntrico.

La parte superior de las láminas puede sufrir movimiento en un sentido vertical, lo que permite colocar la línea que une los vértices de las VV en un sentido horizontal. La caja que protege á la aguja imantada, y que cubre la plataforma descrita ya, tiene su cara posterior (la opuesta al círculo) cubierta con un vidrio despulido, que sirve para que la aguja pueda proyectarse con claridad. La aguja magnética, que es una lámina de acero de forma rombal, está atravesada en su centro de gravedad por un eje trabajado con esmero, cuyo eje descansa directamente sobre las aristas vivas de las ágatas. Una de las caras de la aguja lleva las marcas A y B en sus extremidades y un número de órden, pues regularmente cada brújula está dotada con un par de agujas.

Dijimos que el círculo vertical está sostenido por dos columnas solidarias á la plataforma: este círculo tiene en su parte central un eje sostenido por dos piezas metálicas que terminan en su cir-

cunferencia. En el eje central entra á frotamiento suave un collar que lleva dos alidadas, provista cada una de ellas de un vernier y un microscopio. Los microscopios que acabamos de citar tienen una reticula de un solo hilo, y los hilos de las retículas deben coincidir con un mismo diámetro del círculo. Estos microscopios se emplean para visar las puntas de la aguja y para bisectarlas con los hilos de las retículas.

Se consigue por medio de esta disposicion una grande exactitud en las visuales. Algunos fabricantes, en vez de poner un hilo en el foco de los microscopios, colocan una lámina de vidrio que tiene grabada una escala que sustituye á los verniers. Esta disposicion presenta la ventaja de que no hay que esperar á que la aguja se aquiete completamente y de que las lecturas pueden hacerse, desde que aquella ejecuta oscilaciones iguales á uno y otro lado de la division central de la escala.

En el eje central del círculo vertical entra otro collar que lleva dos piezas que en sus extremidades terminan en dos casquillos con lentes de corto foco, que se usan para leer la graduacion y los verniers. El círculo vertical está generalmente graduado en cuadrantes, y la graduacion parte de los dos extremos del diámetro horizontal. Se encuentran, además, en el instrumento los tornillos de presion y de aproximacion necesarios para los movimientos de las alidades, y un nivel paralelo al círculo horizontal.

MÉTODO DE OBSERVACION.

Al tratar de las condiciones que en su construccion debe satisfacer la brújula de inclinacion, enumeramos todas las causas de error de que es susceptible el instrumento, y aun indicamos ligeramente la manera de proceder, para que los resultados que con la brújula se obtuviesen, quedaran en lo posible exentos de dichas causas de error; insistiendo siempre en que, siendo la brújula de inclinacion comun un instrumento poco preciso, no seria conveniente aplicar aquel procedimiento indicado.

El modelo de Kew es de una construccion más delicada; la manera de visar las puntas de la aguja, la separacion del círculo ver-

tical, la mayor aproximacion y finura de las graduaciones, son otros tantos motivos que permiten esperar más exactitud en los resultados, y por lo mismo, emplear procedimientos más rigurosos.

Pasarémos á describir el método que se sigue con esta brújula para la determinacion de la inclinacion, fundándolo en todas sus partes.

Para proceder á aplicarlo es necesario efectuar previamente en la brújula las siguientes correcciones.

1º Corregir el nivel.

2º Hacer que las aristas vivas de las ágatas queden contenidas en un plano horizontal que pase por el centro del círculo vertical.

3º Que la línea que une los vértices de las quijadas en los que se monta la aguja, sea horizontal y pase por el centro del círculo vertical.

4º Que las dos retículas estén en línea recta y se confundan con la línea de los ceros de los verniers.

La correccion del nivel no presenta ninguna dificultad, no sucediendo lo mismo con las otras correcciones, pues son muy difíciles de hacer, y no hay ningun medio práctico que pueda aconsejarse, motivo por el cual los fabricantes ponen escrupulosa atencion en llenar todas las condiciones teóricas á que se refieren las correcciones enumeradas. En los observatorios ó estaciones en que se puede disponer de un catetómetro, se podrá con ayuda de este instrumento hacer todas las correcciones. En lo que sigue supondrémos que se han efectuado en parte, y el método de observacion que se va á dar, permitirá eliminar los pequeños errores que por la falta de completa correccion pueden quedar en la brújula.

Para observar la inclinacion se comenzará: 1º Nivelando cuidadosamente la brújula á fin de que el eje al derredor del cual gira el instrumento sea bien vertical. 2º Se colocará la aguja número 1 sobre las quijadas de laton, bajándolas poco á poco, á fin de que los pivotes de la aguja magnética descansen con suavidad sebre las chapas de ágata. 3º Se colocarán las alidadas de manera que se establezca la coincidencia entre los ceros de los verniers y las graduaciones correspondientes á la vertical, y en seguida se aprieta el tornillo de presion de la alidada del círculo verti-

cal; con el de aproximacion se concluye de establecer la coincidencia.

4º Moviendo azimutalmente la brújula se la lleva hasta un plano en el que la aguja se ponga vertical. Con el tornillo de aproximacion del movimiento azimutal se lleva la aguja hasta que sus dos puntas queden bisectadas por las retículas de los microscopios.

5º Se hace la lectura que señala el vernier del círculo horizontal. La brújula en esta posicion estará colocada en el primer vertical magnético; es decir, á 90° del plano meridiano magnético. Se espera á que se aquiete la aguja y entónces se llevan los microscopios á bisectar las puntas de aquella.

6º La aguja en esta posicion está colocada en la direccion de la fuerza total. El ángulo que señala es la inclinacion y bastará leer los verniers para tener su valor.

Si el instrumento con que hemos operado está perfectamente correcto, con sólo practicar todas las operaciones prescritas, tendriamos el valor exacto de la inclinacion, pero como suponemos incorrecta á la brújula de que nos hemos servido, veamos qué modificaciones deben hacerse al método general.

Clasifiquemos los errores que pueden quedar en la brújula de Kew:

1º Errores de la aguja.

2º Errores del goniómetro con que se va á medir el ángulo de inclinacion.

3º Errores de falta de coincidencia entre el vértice del ángulo de inclinacion y el centro del goniómetro.

Los errores propios de la aguja son los siguientes: 1º Falta de coincidencia entre el eje magnético y el de figura. 2º Que el centro de gravedad no coincida con el de suspension.

Los errores que puede tener el goniómetro son: 1º Excentricidad de la alidada que lleva los nonius. 2º Que la línea de las retículas no se confunda con la de los ceros de los nonius. 3º Que cuando la línea de las retículas sea horizontal, los verniers no señalen cero. Los errores que provienen de la aguja y del goniómetro, se reducen á uno sólo; excentricidad del vértice del ángulo de inclinacion.

El método que vamos á desarrollar, supone todos estos errores

Lam. 7ª

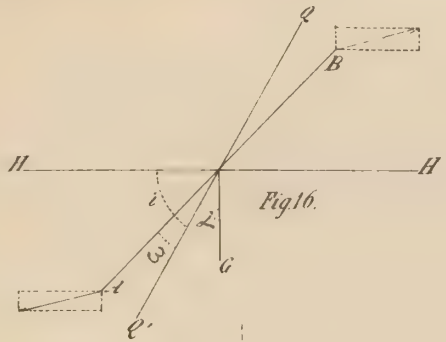


Fig 16.

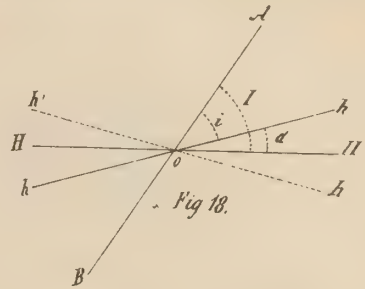


Fig 18.

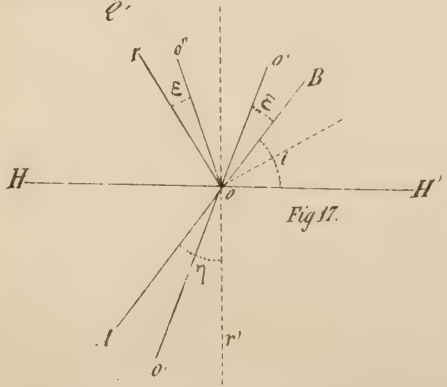


Fig 17.

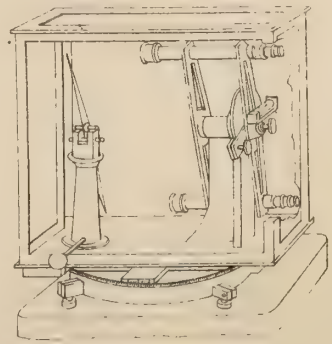


Fig 19

LIT. DEL TIMBRE

reducidos á muy pequeñas magnitudes y es solamente aproximado. Pero en general será siempre conveniente aplicarlo, pues con él se toma por valor de la inclinacion, un promedio de determinaciones en las que hay el mismo número de valores de la inclinacion, erróneos en más y en ménos.

Supongamos una aguja cuyos ejes magnéticos y de figura no coincidan y cuyo centro de gravedad no esté sobre el de suspension.

Sea (Figura 16) H H el horizonte, A B la línea de los polos, Q Q el eje de figura, ω el ángulo que entre sí forman estas líneas, G el centro de gravedad, O el de suspension, α el ángulo formado por O G con Q Q y d la distancia O G, i la inclinacion obtenida. Si descomponemos la fuerza que obra en el plano en que está la aguja, sobre sus polos, en dos componentes, una vertical y otra horizontal, la aguja quedará sujeta á un sistema de dos fuerzas y para expresar su condicion de equilibrio bastará la siguiente ecuacion:

$$2\,l\,F_v \cos(i-\omega) + Pd \cos(i+\alpha) - 2\,l\,F_h \operatorname{sen}(i-\omega) = 0.$$

Cambiando la aguja de manera que su cara anterior pase á posterior, los ángulos ω y α cambiarán de signo, pero su valor no se alterará. En cuanto á la inclinacion que se obtenga con la aguja invertida, será distinta de la anterior y la designarémos con la letra i'.

La nueva ecuacion de equilibrio será:

$$2\,l\,F_v \cos(i'+\omega) + Pd \cos(i'-\alpha) - 2\,l\,F_h \operatorname{sen}(i'+\omega) = 0.$$

Sumando las ecuaciones y sustituyendo el valor de la suma de cosenos y senos en funcion de los arcos de la mitad, quedará finalmente:

$$2\,l\,F_v \cos\left(\frac{i+i'}{2}\right) \cos\left(\frac{i-i'}{2}-\omega\right) + Pd \cos\left(\frac{i+i'}{2}\right) \cos\left(\frac{i-i'}{2}-\alpha\right) -$$

$$2\,l\,F_h \operatorname{sen}\left(\frac{i+i'}{2}\right) \cos\left(\frac{i+i'}{2}-\omega\right) = 0.$$

Si como hemos supuesto al principio los ángulos ω y α son pequeños, los dos valores de la inclinacion que hemos obtenido invirtiendo las caras de la aguja diferirán muy poco y los arcos

$$\left(\frac{i-i'}{2}-\omega\right) \text{ y } \left(\frac{i-i'}{2}-\alpha\right)$$

serán cantidades muy pequeñas, de lo que resulta que sus cosenos serán sensiblemente iguales á la unidad. Bajo este supuesto, la ecuacion se convertirá en

$$2\,l\,F_v \cos\left(\frac{i+i'}{2}\right) + P\,d \cos\left(\frac{i+i'}{2}\right) - 2\,l\,F_h \operatorname{sen}\left(\frac{i+i'}{2}\right) = 0 \quad (1)$$

Si comparamos esta última ecuacion con la que nos expresara el equilibrio de una aguja cuyos ejes magnético y de figura coincidieran, pero cuyo centro de gravedad en vez de estar sobre el centro de suspension estuviera sobre un punto de la línea comun de los ejes, obtendriamos

$$i'' = \frac{i+i'}{2} \quad (3)$$

en virtud de que la ecuacion de equilibrio en estas últimas condiciones es:

$$2\,l\,F_v \cos i'' - 2\,l\,F_h \operatorname{sen} i'' + P\,d \cos i'' = 0 \quad (2).$$

De esta comparacion resulta: que operando con una aguja incorrecta, pero tomando la inclinacion con sus dos caras, se llega á un resultado idéntico al que hubiéramos obtenido con una aguja cuyos ejes coincidieran, pero cuyo centro de gravedad no estaba sobre el de suspension. Es decir; de los dos errores inherentes á la aguja, uno de ellos se ha eliminado. Investiguemos si es posible lograr otro tanto con el segundo error. Podemos partir de la ecuacion (2) fundándonos en lo que acabamos de demostrar. Esta ecuacion supone que el centro de gravedad se encuen-

tra un poco abajo del de suspension, así es que la accion de la gravedad tenderá á producir para la inclinacion un valor mayor que el verdadero. Es claro que si consiguiéramos que el centro de gravedad se colocara simétricamente arriba del de suspension, el efecto de la gravedad tenderia al contrario á disminuir la inclinacion. Cambiando los polos de la aguja, es decir, desimantando é imantándolos de nuevo, se lograria que el centro de gravedad se coloque encima del de suspension, y á la misma distancia. El polo boreal de la aguja se convertirá en austral y viceversa. La nueva ecuacion de equilibrio será:

$$2\,l\,F_v \cos i''' + P\,d \cos i''' - 2\,l\,F_h \operatorname{sen} i''' = 0 \quad (4)$$

Sumando la (2) y la (4) y sustituyendo en lugar de la suma de cosenos y senos sus valores en funcion de la suma y la diferencia de los arcos, tendrémos:

$$2\,l\,F_v \cos\left(\frac{i''+i'''}{2}\right) \cos\left(\frac{i''-i'''}{2}\right) - P\,d \operatorname{sen}\left(\frac{i''+i'''}{2}\right) \operatorname{sen}\left(\frac{i''-i'''}{2}\right) -$$

$$2\,l\,F_h \operatorname{sen}\left(\frac{i''+i'''}{2}\right) \cos\left(\frac{i''-i'''}{2}\right) = 0 \quad (5)$$

Si la distancia del centro de gravedad al de suspension es pequeña, lo que se verifica en general, i'' é i''' diferirán poco. En este supuesto los cosenos de la semi diferencia de i'' é i''' se podrán reemplazar por la (1) y el producto de la distancia por el seno de la semi diferencia, será una cantidad despreciable.

La ecuacion quedará:

$$2\,l\,F_v \cos\left(\frac{i''+i'''}{2}\right) - 2\,l\,F_h \operatorname{sen}\left(\frac{i''+i'''}{2}\right) = 0 \quad (6)$$

Pero si la distancia d fuere nula, la aguja seria perfecta; su ecuacion de equilibrio se expresaria:

$$2\,l\,F_v \cos I - 2\,l\,F_h \operatorname{sen} I = 0 \quad (7)$$

designando por I la verdadera inclinacion. Comparando la (6) y la (7) tendrémos finalmente:

$$I = \frac{i'' + i'''}{2}$$

Luego operando con las dos caras de la aguja, cambiando sus polos, tendrémos que los errores que la aguja tenga, se eliminarán en el promedio de las cuatro inclinaciones halladas. No hay que olvidar que este procedimiento supone: 1º Los errores pequeños y 2º Que la aguja haya adquirido al cambiar el sentido de la imantacion, la misma masa magnética.[1]

Vimos ya que los errores del goniómetro se reducen: 1º á excentricidad de la alidada, que como es sabido se elimina leyendo los dos verniers, 2º á que la línea de las retículas no coincida con la de los ceros. En este caso bastará tomar las indicaciones de la misma punta con uno de los microscopios en dos posiciones del instrumento que difieran 180°.

En efecto: sea (Figura 17) H H′ el horizonte, O el centro de la aguja confundido con el de suspension, A B la aguja, O, O, la línea de los ceros que es un diámetro del círculo del goniómetro; sea además r, la posicion de una de las retículas confundida con el radio O r, que se ha llevado á esa posicion para bisectar la punta B de la aguja ε el ángulo que la línea de la retícula r hace con O, O, y η un ángulo análogo formado por la retícula r, con O, O, ε. Como lo que se diga respecto de una de las retículas es completamente aplicable á la otra, aunque en nuestro caso para mayor generalidad hemos supuesto distintos los ángulos que la línea de las retículas hacen con la de los ceros, tratarémos el método solamente con relacion á r. La inclinacion verdadera en el caso de la figura es i y la medida es $i + \varepsilon$. Si giramos 180° el instrumento, la línea de los ceros que en su movimiento engendra una superficie cónica viene á colocarse en O_2 y la retícula en una línea que forma con la anterior el ángulo ε, pero en sentido contrario del que se contaba al principio. La línea A B seguirá representando la direccion de la inclinacion i pero para medirla será

1 Se procura siempre imantar á saturacion la aguja, para que se acerque en los dos casos á tener el mismo grado de imantacion.

preciso llevar la retícula r á que se confunda con A B, ó lo que es igual, hasta que la línea O_2 se coloque simétricamente con O, respecto de A B y la inclinacion medida será $i - \varepsilon$ luego tendrémos:

$$i = \frac{i - \varepsilon + i + \varepsilon}{2}$$

Nos queda por estudiar el error que provenga de la falta de horizontalidad de la línea de los ceros, de la graduacion que queda eliminado con la operacion anterior.

Sea (Figura 18) H H′ la verdadera horizontal y $h\ h$ la línea de los ceros, la inclinacion obtenida con la aguja A B será i en vez de I, es decir

$$I = i + a \quad (1)$$

Girando 180° el instrumento, la línea $h\ h$ se colocará en h', h, y la inclinacion que se mida será

$$I + a = i' \quad (2)$$

Despejando á I entre las ecuaciones (1) y (2) tendrémos

$$I = \frac{i + i'}{2}$$

Para concluir el estudio del método de observacion que debe usarse con una brújula incorrecta, llevemos en cuenta el error que proviene de que el vértice del ángulo de inclinacion no esté sobre el centro del goniómetro con el que se va á medir; error que es de excentricidad y que se elimina tomando la semisuma de los ángulos de inclinacion observados con las dos puntas de la aguja.

En resúmen, para eliminar todos los errores que hemos considerado, debe procederse leyendo siempre los dos verniers, bisectando las dos puntas de la aguja con sus respectivos microsco-

pios, cambiando las caras de la aguja, girando 180° el instrumento, repitiendo las anteriores observaciones y por último ejecutando toda la serie anterior cuando se haya cambiado el sentido de la imantacion. Este procedimiento exige diez y seis determinaciones de la inclinacion, es decir, 32 lecturas puesto que se leen siempre los dos verniers. En una brújula que esté bien corregida y construida con esmero pueden reducirse á la mitad el número de observaciones, pues se puede suprimir la inversion de las caras de la aguja, en cada posicion conformándose únicamente con la inversion de la aguja, que resulta de girar en azimut 180° el instrumento. Al fin de estos apuntes se encontrarán diversos ejemplos de determinaciones del elemento magnético que hemos venido estudiando. Estos ejemplos enseñarán la forma de registro adecuada para cada caso.

Casi siempre cuando se observa la inclinacion con la brújula de Kew, se hace uso de dos agujas y se toma por valor de la inclinacion el promedio de los resultados obtenidos separadamente con cada una de ellas, con tal de que entre sí no difieran más de 5′.

BRÚJULA DE VARIACIONES EN INCLINACION.

Las mismas razones que expusimos al hablar de la declinacion y que obligan á que en los observatorios ó estaciones fijas se estudien constantemente las variaciones de los elementos magnéticos, ha hecho que se construyan instrumentos á propósito para seguir los movimientos de la aguja de inclinacion. Como las variaciones son pequeñas, la brújula que para su estudio usemos, debe tener condiciones de mayor sensibilidad que las anteriormente descritas. Además, siendo variable la posicion del meridiano magnético, puesto que este plano sufre los mismos cambios que la direccion de la declinacion, la brújula de variaciones en inclinacion debe estar provista de un buen círculo azimutal que permita ir colocando la aguja de inclinacion en las posiciones que sucesivamente vaya teniendo el meridiano magnético.

Pasamos á describir una brújula que para el objeto ha construido Brünner.

Es una verdadera brújula de inclinacion absoluta, (Figura 19) con excepcion de que la aguja está sostenida por una cuchilla semejante á la que tiene el fiel de una balanza de precision. La aguja magnética tiene la figura de rombo y está montada sobre un poste lejano del resto del instrumento. Dos largos microscopios sirven para visar las extremidades de la aguja; son móviles sobre un círculo graduado vertical que da directamente décimos de minuto. La alidada que llevan estos microscopios, puede tomar todas las inclinaciones que se quiera. Una vez colocada para medir la inclinacion, un nivel que tambien es móvil al derredor del mismo eje, se fija horizontalmente á las alidadas para usarlo como goniómetro.

El soporte de la aguja y el de los microscopios, estan fijos sobre una plata forma de bronce E móvil sobre un círculo graduado horizontal M sostenido por tres tornillos niveladores, pudiendo por lo tanto hacer seguir al plano de rotacion de la aguja todas las variaciones de la declinacion. Harémos notar que las variaciones diarias de la declinacion no tienen influencia sensible sobre el valor de la inclinacion observada, pues recordando la fórmula

$$\text{tang I} = \frac{\text{tang I}'}{\cos \alpha}$$

se verá que pequeñas variaciones en α no influencian á I de una manera sensible, siempre que α sea pequeño.

Para simplificar las lecturas, los microscopios están provistos en su foco de una lámina de vidrio graduada y cuyos intervalos valen un minuto de arco en la inclinacion de la aguja. Los décimos de minuto se valúan á la simple vista.

Por la ligera descripcion que acabamos de ver, se comprende que el nivel mide los pequeños ángulos de variaciones de la aguja, y por lo mismo el valor de sus divisiones, debe estar perfectamente determinado.

De acuerdo con la division que hemos hecho al comenzar á estudiar los instrumentos empleados para la determinacion de los elementos magnéticos, deberiamos describir á continuacion los que dan únicamente la intensidad de la fuerza. Pero esta mag-

nitud casi nunca se mide directamente, sino más bien se divide el problema segun lo vimos ya en el lugar respectivo.

Vamos á describir los instrumentos necesarios para obtener la componente horizontal, pues con ésta y la inclinacion, tendrémos la fuerza total.

El magnetómetro es el instrumento que generalmente se usa para conocer la componente horizontal, y verémos á continuacion una de las muchas disposiciones que se le ha dado.

CAPÍTULO VI.

MAGNETÓMETRO UNIFILAR.

El magnetómetro unifilar está destinado para la determinacion de la componente horizontal de la fuerza magnética terrestre y para la determinacion del valor absoluto de la declinacion.

La determinacion de la componente horizontal se obtiene, como ya dijimos, combinando las observaciones de desviacion y de oscilacion. Para el conocimiento de la declinacion es necesario medir el ángulo formado por los meridianos magnético y astronómico del lugar.

Por este análisis se comprende que el magnetómetro debe estar dispuesto esencialmente de manera que permita estas determinaciones, que es en efecto lo que se consigue dando al instrumento tres disposiciones distintas. Comenzarémos por describir el instrumento arreglado para las observaciones de desviacion.[1] (Figura 20.)

Las observaciones de desviacion exigen esencialmente una barra imantada que pueda moverse libremente en un plano horizontal; un iman colocado á una distancia conocida de la barra móvil, y que produzca sobre ella una desviacion; y una graduacion horizontal que permita medir el ángulo de desviacion. Va-

1 Algunos autores la llaman "deflexion."

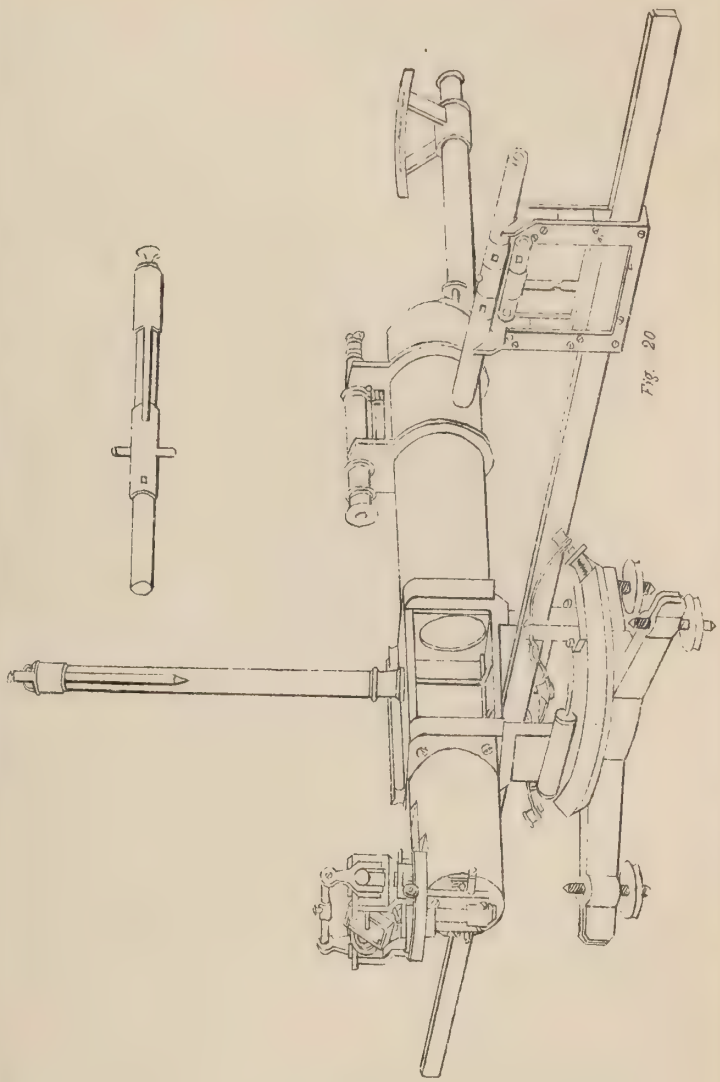


Fig. 20

LIT. DEL TIMAKE

mos á ir describiendo sintéticamente las partes de que consta el magnetómetro dispuesto para las desviaciones.

La barra magnética es un tubo cilíndrico de acero, montado en un estribo que lleva en su parte inferior un espejito, cuyo plano es perpendicular al eje de figura de la barra. La barra puede deslizarse á frotamiento duro sobre el estribo para destruir el efecto de la componente vertical, que obraria inclinándola tan luego como estuviera suspendida: tiene señalados varios círculos concéntricos, que sirven para indicar hasta dónde se ha corrido el estribo. El estribo que lleva á la barra tiene en su parte superior un tubito en el que entra una pequeña pieza cilíndrica, perforada trasversalmente, y que se fija al tubo del estribo por medio de un perno. La pequeña pieza cilíndrica se suspende de un hilo que no tenga torsion.[1] A fin de disminuir el efecto de la torsion es conveniente elegir un hilo muy fino; se usa generalmente el que resulta de unir varios hilitos del capullo de seda. El hilo, en su extremo superior, está sujeto á una cremallera metálica, lo que permite variar las alturas del iman suspendido. Esta cremallera está invariablemente unida á un casquillo de metal provisto de un índice, y que á su vez reposa sobre otro casquillo graduado, que remata un tubo de vidrio. El tubo de vidrio está atornillado en su parte inferior á una caja rectangular de cobre, en cuyo interior está la barra. Debajo de esta caja, y en una línea perpendicular á su longitud, se encuentran dos quijadas, por las que pasa una regla de laton graduada. Las quijadas sirven de directrices á la regla, y ésta se puede fijar á ellas por medio de unas clavijas. En la regla se desliza á frotamiento suave un carrito que tiene una línea de fe, que se puede hacer coincidir con cualquiera de las divisiones de la regla. El carrito, en su parte superior, se termina por dos quijadas, sobre las que se coloca el iman desviador. Por la disposicion anterior se comprende que este último iman puede quedar á distancia variable á uno y á otro lado del iman suspendido.

La caja rectangular citada ántes, está invariablemente unida al centro de un disco que lleva dos verniers, y que gira al derredor de un eje cónico, colocado en el centro de un segundo disco; gra-

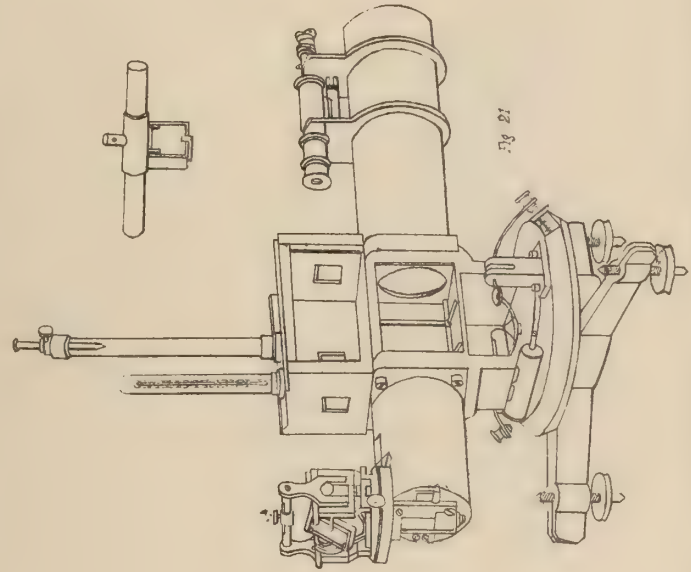
1 Para evitar la torsion, el hilo debe ser tratado por el agua de jabon hirviente: en seguida tendido por un peso, y por último debe untarse de sebo.

duado este último se apoya sobre un tripié metálico que lleva tornillos niveladores. Paralelamente al limbo están dos niveles en ángulo recto.

El ángulo de desviacion es el formado por dos posiciones del eje magnético de la barra suspendida, correspondiendo la primera á la posicion que toma el eje magnético de dicha barra bajo la accion terrestre; y la segunda, á la que toma bajo la influencia del iman desviador y de la tierra. Se comprende que el instrumento debe tener una línea de referencia que acuse la posicion del iman en un momento dado. Aun estando dotado el magnetómetro de esa línea de referencia, habria que subsanar una nueva dificultad; pues es sabido que á la simple vista es casi imposible sobreponer dos líneas separadas y apreciar su coincidencia;[1] que esto sólo se consigue cuando se dirige una visual normal. Estos inconvenientes se evitan usando en vez de la simple vista un anteojo con retícula, y valiéndose de esta última para las coincidencias. En el magnetómetro se encuentra la siguiente disposicion: La caja rectangular de que hablamos, presenta en una de sus cabeceras una abertura circular cerrada por un vidrio plano, y en sus ángulos lleva atornillado un tubo cilíndrico en cuya extremidad libre se adapta un anteojo con retícula. El anteojo lleva encima, trasversalmente, un arco de marfil con una escala graduada, cuya imágen se refleja en el espejito que en su estribo tiene el iman, y en seguida va á formarse en el foco del anteojo.[2] El anteojo está ligeramente inclinado para que su eje óptico sea paralelo á la direccion de los rayos reflejos. Para evitar reflexiones nocivas, tanto la caja como el tubo en que se fija el anteojo están pintados exteriormente de negro.

La figura 20 muestra el magnetómetro dispuesto para la observacion de desviacion.

1 Pues se produce un efecto de paralaje.
2 Método Poggendorff.



LIT DEL TIMBRE.

DESCRIPCION DEL MAGNETÓMETRO DISPUESTO PARA LAS OBSERVACIONES DE OSCILACION.

Estas observaciones (Figura 21) tienen por objeto determinar el tiempo que dura la oscilacion de un iman colocado en un plano horizontal bajo la influencia del magnetismo terrestre. Se comprende que para practicar las observaciones de oscilacion, necesitarémos esencialmente: una barra imantada suspendida de manera que pueda moverse libremente en un plano horizontal; un punto en la barra á que referir su oscilacion y un cronómetro que permita apreciar el tiempo que dura dicha oscilacion.

Se recordará que cuando se combinan observaciones de desviacion y oscilacion para determinar la componente horizontal de la fuerza magnética terrestre, se tiene que eliminar el momento magnético de la barra que produjo la desviacion, y que esto se consigue empleando esta misma barra en las dos clases de observaciones. Siguiendo el método sintético que estamos empleando para la descripcion del magnetómetro, veamos cómo está dispuesto para el estudio de las oscilaciones.

Se atornilla sobre la caja de cobre descrita ántes, otra de madera en cuyas cabeceras están practicadas dos ventanas opuestas. La caja está tapizada interiormente de negro y en sus costados tiene puertas corredizas. En su parte superior tiene dos roscas, una central que sirve para atornillar un tubo con apéndice de cremallera análogo al que nos sirvió en las observaciones de desviacion, pero un poco más largo; en la segunda rosca se coloca un tubo en cuyo interior está un termómetro. La barra se suspende de una manera idéntica á como se suspendió en las anteriores observaciones.

En las observaciones de desviacion es conveniente que la barra se ponga en equilibrio cuanto ántes. En las de oscilacion debe tratarse de producir el efecto contrario: de aquí el cambio de la caja de cobre [1] por la de madera. Como la torsion se disminuye

1 Desarrollándose corrientes de induccion en el cobre, obran sobre la aguja y disminuyen sus oscilaciones. Véanse las experiencias de Arago y de La Rive.

con la longitud, debe emplearse un tubo más largo en las observaciones de oscilacion, que el que empleamos para la desviacion, pues es más temible la torsion en las primeras que en las últimas.

La barra desviadora es un anteojito colimador que tiene el cuerpo de acero imantado, y una de las extremidades de la barra lleva una lente objetiva, y en la otra, en el lugar correspondiente al foco del objetivo, se encuentra una laminita circular de cristal, graduada con dos escalas, una horizontal y otra vertical. Cualquiera de las divisiones centrales de la escala puede servir para medir la duracion de las oscilaciones. Para evitar los errores de paralaje, y para aumentar las imágenes de las dos escalas, se hace uso de un anteojo que se monta en dos quijadas que se encuentran en la parte superior del tubo que va atornillado á la caja de cobre. Este anteojo lleva un nivel cuyo eje es paralelo á su línea de colimacion. La figura adjunta representa el magnetómetro dispuesto para las observaciones de oscilacion.

DETERMINACION DE LA DECLINACION.

Disposicion del magnetómetro.—La declinacion es el azimut astronómico del meridiano magnético. Para determinarla, lo primero que se necesita conocer es la direccion del meridiano astronómico. Así es que el instrumento que se emplee en la determinacion de la declinacion, debe estar esencialmente dotado de un anteojo con el que se practiquen las observaciones necesarias para fijar una meridiana, y de una graduacion para conocer el azimut de la aguja puesta en equilibrio bajo la única accion de la tierra.

Para trazar una meridiana, se sabe que hay varios procedimientos, y que uno de los más sencillos es el que consiste en observar alturas iguales de sol. El magnetómetro dispuesto para las observaciones de oscilacion, tenia montado horizontalmente un telescopio que puede utilizarse para conocer la indicacion meridiana, pues aunque no tiene movimiento vertical, puede observarse por reflexion el sol, agregando un espejo plano colocado á cierta distancia del anteojo y quitando la caja de madera.

El espejo debe girar al derredor de dos ejes, uno horizontal y otro vertical; este último debe estar contenido en el plano vertical que pasa por la línea de colimacion del anteojo. Este plano vertical debe ser perpendicular al plano del espejo.

El magnetómetro, en la caja que se emplea para las observaciones de desviacion, en la cabecera opuesta á la que lleva el vidrio plano circular, tiene atornillado un contrapeso cilíndrico que lleva en su extremidad libre un pequeño círculo azimutal graduado, con un vernier y dos montantes que llevan el espejo de que ántes se habló. Para verificar la horizontalidad del eje se emplea un nivel montante, estando además dotado el instrumento de todos los mecanismos necesarios para sus rectificaciones. La figura representa el magnetómetro dispuesto para la determinacion del meridiano astronómico.

Condiciones de instalacion.—Para instalar debidamente el magnetómetro unifilar, debe tenerse presente la necesidad de satisfacer á varias condiciones, como son la estabilidad; que sufra las menores variaciones de temperatura y que quede completamente sustraido á las influencias de otros instrumentos magnéticos. En general es conveniente que los observatorios magnéticos se construyan léjos del centro de las grandes ciudades, puesto que la proximidad de edificios ó de las grandes masas de diferentes materias, producen pequeñas desviaciones. Tambien puede instalarse el magnetómetro en un departamento subterráneo, pues así se conseguirá poca vibracion y casi una temperatura uniforme; pero si no se puede construir un departamento subterráneo, debe procurarse una construccion baja y de una amplitud suficiente para que no se influencien recíprocamente los instrumentos allí colocados.

Una vez elegido el local, en su parte más adecuada se levantará un poste aislado enteramente del piso del departamento y cimentado á una profundidad suficiente, para que las vibraciones del suelo no se trasmitan al magnetómetro que debe colocarse sobre este poste. Desde el departamento magnético debe verse una señal meridiana, ó cualquiera otra cuyo azimut sea conocido.

Tanto en la construccion del departamento, como en su arreglo y detalles, deben evitarse hasta donde sea posible las materias ferruginosas.

Para expediciones rápidas, el magnetómetro debe montarse en su tripié procurando que éste quede firme y á cubierto de cualquiera de las causas de error ántes mencionadas.

OBSERVACIONES DE DESVIACION.

Para practicar las observaciones de desviacion se comienza por atornillar el anteojo que lleva la escala de marfil y por pasar en las quijadas la regla de laton, graduada. En la caja de cobre se atornilla el tubo de vidrio sin el casquillo que lleva la cremallera, y dispuesto así el instrumento, se nivela. Hechas las anteriores operaciones, se pasa en el tubo de vidrio el hilo que lleva la pieza cilíndrica en la que se fija el extremo de la barra imantada, teniendo cuidado de que el casquillo unido á la cremallera, descanse sobre el casquillo en que termina el tubo. Se fija á la piecesita cilíndrica citada, una plomada de bronce para quitar la torsion al hilo; á este fin es conveniente seguir el siguiente procedimiento: La plomada, en virtud de la fuerza de torsion, gira sobre sí misma un cierto número de veces; cuando el efecto de la torsion concluye, el hilo se enreda en sentido contrario en virtud de la inercia. Si se destruye esta última fuerza, se comprende, que, la plomada al destorcerse el hilo, quedará en reposo, lo que se consigue parándola delicadamente y con frecuencia. Una vez que esté en reposo, se ve si el perno que ha servido para fijarlo á la pieza en que termina el hilo, ha quedado perpendicular á los costados de la caja, lo que generalmente no se verificará. En este caso, se hace girar el casquillo que lleva la cremallera el ángulo necesario para que aquella condicion quede satisfecha. En esta operacion, es necesario atender á que una marca que tiene la pieza cilíndrica, quede del lado conveniente para fijar la barra imantada; pues sin esta precaucion se introducirá una torsion de 180° al hilo. En seguida se coloca la barra imantada y se mueve con la cremallera hasta que la imágen reflejada de la escala aparezca en el campo del anteojo; entónces se cierran los costados de la caja por medio de sus tapas corredizas.

Se hace pasar en la regla de laton el carrito, deteniéndolo á

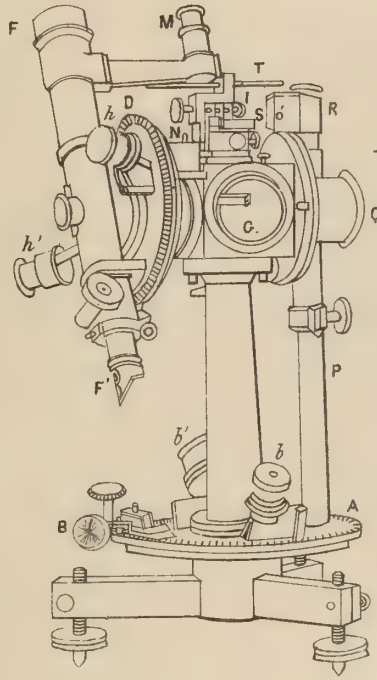


Fig 22.

LIT. HEL. TIMOFÉ

una distancia cualquiera, generalmente de 0.^{m}30; sobre sus quijadas se monta el iman desviador. Se mueve azimutalmente el instrumento hasta conseguir que las oscilaciones ejecutadas por la barra suspendida, sean sensiblemente iguales á uno y otro lado de la division média de la escala, y se reduce la amplitud de las oscilaciones presentando á la barra un objeto ó sirviéndose del mecanismo que con ese fin tiene el instrumento. Por último, con el tornillo de aproximacion se consigue que la division média de la escala ejecute oscilaciones iguales y pequeñas á uno y otro lado de la retícula; se anota la graduacion azimutal leyendo los dos verniers. Se pasa despues el carrito con el iman desviador al otro lado de la caja en que está el iman suspendido y á una distancia igual á la primera, se hacen operaciones iguales. Despues se invierte la barra desviadora de manera que el polo que estaba al Este quede al Oeste y viceversa, volviéndose á repetir las mismas operaciones. Por último, se pasa otra vez el carro con el iman al otro lado de la regla (á su primitiva posicion) y se hacen operaciones idénticas.

Se toma el promedio de las lecturas correspondientes á las desviaciones que tuvieron lugar hácia el Oriente y de las del Occidente. La mitad de la diferencia entre estos dos promedios dará el ángulo de desviacion. Se verifica una nueva serie análoga á la anterior, y si los dos ángulos de desviacion obtenidos difieren á lo más la aproximacion del instrumento, la desviacion ha estado bien hecha; en caso contrario se repetirán las series hasta satisfacer esa condicion.

Como la fórmula empleada en las desviaciones contiene una constante que para su determinacion exige desviaciones á distintas distancias, se necesitará practicar las operaciones descritas á diferentes distancias.

Cuando se observa una desviacion, deben anotarse las temperaturas iniciales y finales y la hora de la observacion.[1]

Una vez conocido el ángulo de desviacion, que en la primera parte de estos apuntes hemos designado por α, se podrá calcular la relacion allí encontrada

1 El conocimiento de la hora es indispensable, pues como varía la intensidad del magnetismo terrestre, en las diferentes horas del dia, deben reducirse todas á una sola.

$$\frac{2\,\mu l}{f_h} = \tfrac{1}{2}\, d^3 \operatorname{sen} \alpha \left(1 - \frac{P}{d^2}\right)$$

siempre que se conozca á P, pues d es cantidad conocida, representa la distancia á que se ha colocado al iman desviador, contada en la regla. Para determinar á P hallamos la fórmula:

$$P = \frac{d'^3 \operatorname{sen} \alpha' - d^3 \operatorname{sen} \alpha}{d' \operatorname{sen} \alpha' - d \operatorname{sen} \alpha}$$

que nos da el valor de la constante en funcion de dos desviaciones observadas á distintas distancias.

Es conveniente advertir que aunque en teoría bastan dos desviaciones para obtener á P, deberán multiplicarse mucho más el número de desviaciones observadas, á fin de que la constante á que nos venimos refiriendo quede bien determinada, pues sólo variando mucho las circunstancias de la experimentacion, puede admitirse que el promedio de todos los valores observados se acerque á representar con alguna exactitud el valor de una cantidad que depende de otras varias. Regularmente en los Observatorios se practican series numerosas de observaciones de desviacion (de 100 á 300) para hallar la constante.

La mejor manera de proceder es la siguiente:

Al comenzar á servirse de un magnetómetro, practicar una serie numerosa de observaciones de desviacion, con el objeto de elegir entre todas ellas las que merezcan más confianza y combinarlas para la determinacion de P.

Conocida la relacion $\frac{2\,\mu\,l}{f_h}$ por medio de las desviaciones, necesitamos corregir el valor que la exprese por los efectos combinados de temperatura é induccion terrestre. Pues si hacemos oscilar un iman, sometiéndolo sucesivamente á diferentes temperaturas, y determinamos la duracion de la oscilacion correspondiente á cada temperatura, observarémos que ésta va aumentando á medida que crece la temperatura, lo que nos demuestra que el momento magnético del iman estudiado va disminuyendo, puesto que la duracion de las oscilaciones está en razon inversa de la raíz cuadrada del momento magnético del iman. Coulomb y otros físicos que han estudiado la influencia de la temperatura sobre las masas

magnéticas, experimentando como acabamos de indicar, han establecido dos fórmulas empíricas que ligan los momentos magnéticos de un mismo iman á diferentes temperaturas. Si llamamos m_t el momento magnético de un iman á t^o y $m_{t'}$, su momento á t'^o tendrémos las siguientes fórmulas:

$$(1)\ m_{t'} = m_t\,[1 - c\,(t' - t) - c'\,(t' - t)^2]$$
$$(2)\ m_{t'} = m_t\,[1 - c\,(t' - t)]$$

La fórmula (1) se aplica siempre que la diferencia de temperaturas á que se ha sujetado un iman sea mayor que 10°; la fórmula (2) se prefiere cuando la diferencia es menor que 10°. Estas fórmulas son las que sirven para reducir á una temperatura normal los momentos magnéticos; pero casi siempre es conveniente elegir la temperatura de 0° grados centígrados para las reducciones, y en este caso las fórmulas se convierten en:

$$(3)\ m_o = m_t\,(1 + ct - c't^2)$$
$$(4)\ m_o = m_t\,(1 + ct)$$

Las variaciones que sufren los momentos magnéticos á consecuencia de los cambios de temperatura, no son despreciables. En experiencias delicadas es indispensable efectuar las correcciones por temperatura que hemos indicado, á fin de que sean comparables las diversas determinaciones en las que ha servido una barra imantada. Los coeficientes c y c' varian de un iman á otro, y aun en el mismo si ha experimentado cambios en su espesor, en el temple del acero; siendo dignos de estudiarse los efectos que el calor produce en los imanes. Gaugain, investigando las variaciones que sufre la imantacion de una barra de acero cuando varía su temperatura, observó un fenómeno singular é inexplicado hasta la fecha, y es el siguiente: "Si se imanta una barra á la temperatura de 400° ó 500° y se deja enfriar, el magnetismo que conserva la barra á frio es inverso, es decir, ha cambiado el sentido de la imantacion. Si el iman se lleva de nuevo á la temperatura primitiva, recobra el primer sentido de la imantacion." Jamin y Van Rees han dado dos métodos para estudiar la distribucion del magnetismo en los imanes, aplicándolos puede conocerse la ley de dis-

tribucion y representarla analítica ó gráficamente. Pues bien, empleando los mismos métodos con imanes cuya temperatura va variando, se comprueba que la cantidad de magnetismo y la ordenada extrema de las curvas de distribucion, decrecen lentamente de 0° á 180° y rápidamente más allá de 190°; pero la conductibilidad magnética ó la forma de las curvas de distribucion es sensiblemente invariable. La relacion $\frac{2\,l\,\mu}{f_h}$ se convierte, teniendo en cuenta la correccion por temperatura en

$$\left(\frac{2\,\mu\,l}{f_h}\right)_1 = \frac{2\,\mu\,l}{f_h}\left(1 - \frac{P}{d^2}\right)\,[1 + c\,(t' - t)]$$

haciendo

$$\frac{2\,\mu\,l}{f_h} = \tfrac{1}{2}\,d^3 \operatorname{sen} \alpha$$

que es la notacion generalmente usada; $\frac{2\,\mu\,l}{f_h}$ nos representa el primer valor aproximado de la relacion $\frac{2\,\mu\,l}{f_h}$, puesto que $\frac{P}{d^2}$ es una cantidad muy pequeña.

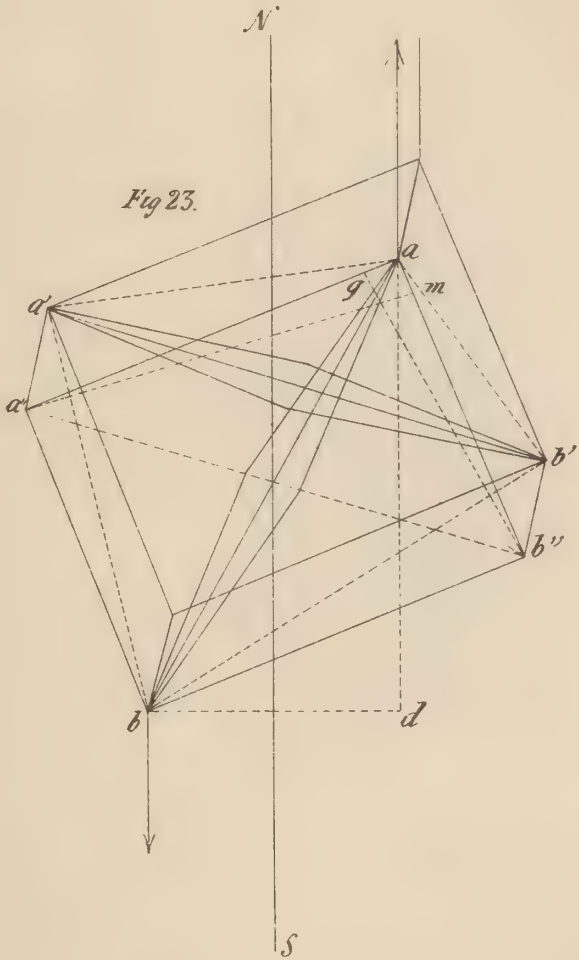
CORRECCION POR INDUCCION.

Es sabido que un iman colocado en un campo magnético cualquiera, sufre variaciones en su masa magnética, que provienen de la induccion del campo sobre el iman. Citarémos tres de las leyes de la induccion magnética:

1ª Todo magnetismo inducido, ó más bien, la mayor parte del desarrollado por campos magnéticos débiles, es temporal.

2ª El magnetismo temporal inducido aumenta siempre con la intensidad del campo magnético, y en límites bastante amplios *es sensiblemente proporcional á esta intensidad;* pero cuando la intensidad del campo aumenta indefinidamente, el magnetismo temporal inducido tiende hácia un límite finito y determinado.

3ª El magnetismo permanente no comienza á aparecer de una manera sensible, sino en un campo de intensidad notable, crece en seguida muy pronto, llega á un máximo, y en seguida decre-



LIT. DEL TIMBRE.

cc. Como la tierra constituye un campo magnético uniforme y débil, el magnetismo de induccion que desarrolle sobre el iman desviador, *será proporcional á la intensidad del campo* y la masa magnética sufrirá un incremento representado por $A f_h$ para la unidad de masa, siempre que obre la fuerza en la misma direccion que el eje del iman y por $A f_h \mu \cos \beta$ para la masa de un iman de masa μ y que forme con la direccion de la fuerza del campo magnético un ángulo β.

En el caso del magnetómetro, la barra desviadora es perpendicular á la desviada, de manera que los ángulos que forman éstos con la línea N S, son complementarios, luego $\cos \beta = \operatorname{sen} \alpha$ y la expresion que nos da la masa magnética incrementada es:

$$A f_h \mu \operatorname{sen} \alpha.$$

La relacion del momento magnético á la componente horizontal quedará:

$$\left(\frac{2 l \mu}{f_h}\right)_2 = \frac{2 l (\mu + A f_h \operatorname{sen} \alpha \mu)}{f_h} \left(1 - \frac{P}{d^2}\right) \left(1 + c (t - t')\right)$$

$$\left(\frac{2 l \mu}{f_h}\right)_2 = \frac{2 l \mu}{f_h} \left(1 + f_h A \operatorname{sen} \alpha\right) \left(1 - \frac{P}{d^2}\right) \left(1 + c (t - t')\right)$$

$$\text{como } \frac{2 l \mu}{f_h} = \tfrac{1}{2} d^3 \operatorname{sen} \alpha \text{ tendrémos:}$$

$$f_h = \frac{4 \mu l}{d^3 \operatorname{sen} \alpha}$$

sustituyendo estos valores en la fórmula que da la relacion $\left(\frac{2 l \mu}{f_h}\right)_2$ tendrémos:

$$\left(\frac{2 l \mu}{f_h}\right)_2 = \tfrac{1}{2} d^3 \operatorname{sen} \alpha \left(1 + c (t - t') + \frac{2 A 2 \mu l}{d^3}\right) \left(1 - \frac{P}{d^2}\right)$$

$$\left(\frac{2 l \mu}{f_h}\right)_2 = \tfrac{1}{2} d^3 \operatorname{sen} \alpha \left(1 + c (t - t') + \frac{2 A 2 \mu l}{d^3} - \frac{P}{d^2}\right)$$

despreciando el producto de términos correctivos por ser de segundo órden.

Todos los términos de la fórmula anterior son conocidos con excepcion de $\frac{2A}{d^3} \times 2\mu l$. Veamos cómo podemos determinarlo.

Determinacion de $\frac{2A}{d^3} \times 2\mu l$.—Se monta el magnetómetro como para observaciones de oscilacion, sustituyendo al hilo de seda uno de cobre, cuyo diámetro nos sea perfectamente conocido; en seguida se le quita la torsion, se suspende la barra desviadora, se hace girar el casquillo que lleva la cremallera un ángulo ω hácia el E: la barra se moverá en el mismo sentido un ángulo, que se toma haciendo girar el magnetómetro hasta que la division média de la escala quede en coincidencia con el hilo vertical de la retícula, y se hacen las lecturas en los dos verniers. El ángulo de torsion será $\omega - \delta$, siendo δ el de desviacion de la aguja y la ecuacion de equilibrio:

$$(1)\ldots\ldots\ C(\omega - \delta) = 2\mu l f_h (1 + A f_h \cos\delta) \operatorname{sen}\delta$$

Haciendo girar el casquillo un ángulo ω' en sentido contrario, la aguja se desviará igualmente un ángulo δ' y por analogía

$$(2)\ldots\ldots\ C(\omega' - \delta') = 2\mu l f_h (1 + A f_h \cos\delta') \operatorname{sen}\delta'$$

En seguida se hace girar el magnetómetro 180° y el casquillo superior un ángulo ω'' suficiente para que el extremo de la aguja que estaba al N quede al S, y recíprocamente, teniendo cuidado de que el que queda al N se desvie hácia el E un ángulo δ''; despues se hace variar la torsion, para que el extremo que está hácia el E quede al W. Las ecuaciones de equilibrio en estas dos últimas posiciones serán:

$$(3)\ldots\ldots\ C(\omega'' - \delta'') = 2\mu l f_h (1 - A f_h \cos\delta'') \operatorname{sen}\delta''$$

$$(4)\ldots\ldots\ C(\omega'''-\delta''') = 2\,\mu\, l\, f_h\,(1 - A f_h \cos\delta'')\ \text{sen}\ \delta'''$$

En las ecuaciones (3) y (4), el valor de $A f_h$ por el coseno del ángulo de desviacion es negativo, pues el magnetismo desarrollado por la induccion terrestre, tiende á producir polos de nombre contrario á los del iman.

Sumando respectivamente las ecuaciones (1) y (2) y las (3) y (4) resulta:

$$(5)\ldots\ldots\ C[\omega+\omega'-\delta-\delta'] = 2\,\mu\, l\, f_h$$
$$[(1+A f_h \cos\delta)\ \text{sen}\ \delta + (1+A f_h \cos\delta')\ \text{sen}\ \delta']$$

$$(6)\ldots\ldots\ C[\omega''+\omega'''-\delta''-\delta'''] = 2\,\mu\, l\, f_h$$
$$[(1-A f_h \cos\delta'')\ \text{sen}\ \delta'' + (1-A f_h \cos\delta''')\ \text{sen}\ \delta''']$$

Dividiendo la (5) entre la (6)

$$\frac{\omega+\omega'-\delta-\delta'}{\omega''+\omega'''-\delta''-\delta'''} =$$

$$\frac{\text{sen}\ \delta + \text{sen}\ \delta' + A f_h\,(\cos\delta\ \text{sen}\ \delta + \cos\delta'\ \text{sen}\ \delta')}{\text{sen}\ \delta'' + \text{sen}\ \delta''' - A f_h\,(\cos\delta''\ \text{sen}\ \delta'' + \cos\delta'''\ \text{sen}\ \delta''')}$$

Haciendo para simplificar la escritura el numerador del primer miembro igual con a, el denominador con a', sen δ+sen $\delta=b$, sen δ''+sen $\delta'''=b'$ y los factores de $A f_h$ iguales con c y c' respectivamente tendrémos:

$$\frac{a}{a'} = \frac{b + A f_h\, c}{b' - A f_h\, c'}$$

$$\text{De donde}\ A f_h = \frac{ab' - a'b}{ac' + a'c} = G\ldots\ldots\ (7)$$

Una vez determinado el valor de $A f_h$ para obtener el de

$$\frac{2\,A \times 2\,\mu\, l}{d^3}$$

bastará combinar la ecuacion (7) con

$$\frac{2\,\mu\,l}{f_h} = \tfrac{1}{2}\,d^3 \operatorname{sen} \alpha$$

resultando:

$$\frac{2\,A \times 2\,\mu\,l}{d^3} = G \operatorname{sen} \alpha$$

OBSERVACIONES DE OSCILACION.

Conocida ya la disposicion que se da al magnetómetro para ejecutar con él las observaciones de oscilacion, réstanos describirlas y estudiar las correcciones que deben hacerse al dato observado para obtener el producto $2\,l\,\mu\,f_h$. Principiarémos por algunas correcciones instrumentales.

Como generalmente la retícula del anteojo de que vamos á servirnos tendrá un error de colimacion, se comenzará por destruirlo; á este fin es conveniente quitar el espejito plano que se usa para la determinacion de la meridiana astronómica, desmontar la caja de madera y el tubo de vidrio, de manera que en la parte superior del magnetómetro quede únicamente el telescopio, sin que ningun objeto estorbe las visuales; en seguida se establece la coincidencia entre el centro de la retícula y un punto lejano y bien definido,[1] y se hace girar el telescopio 180° al rededor de su eje de figura; si hay error de colimacion, el centro de la retícula quedará fuera del punto visado, y el error será igual á la mitad de la distancia entre la imágen del punto y el centro de la retícula. Para conseguirlo se llevará el centro á coincidir de nuevo con el punto, ejecutando este movimiento por partes iguales con los tornillos de la retícula y con el de aproximacion del círculo azimutal. Procediendo así se ha conseguido que el plano vertical que pasa por el eje óptico del telescopio contenga la línea de colimacion; para lograr que se confunda con él, se hará girar el anteojo 90° al rededor de su eje de figura, y en esta posicion se repetirán las operaciones anteriores.

1 El punto debe encontrarse en la proximidad del horizonte, pues se recordará que el anteojo no tiene movimiento vertical. Puede emplearse con éxito un colimador.

Correcta la línea de colimacion, procederémos á establecer su paralelismo con el eje del nivel: se lleva el telescopio y el nivel en la direccion de uno de los tornillos del tripié,[1] y sirviéndose de él se lleva la burbuja al medio; en seguida se invierte el telescopio sobre sus apoyos, y si la burbuja se desvía del centro, se vuelve á llevar á él por medio de los tornillos del nivel y del tornillo del pié, efectuando estos movimientos por partes iguales: despues de repetir varias veces esta operacion, el eje del nivel quedará paralelo á la línea de colimacion, lo que se conocerá en que la burbuja permanece en el centro del tubo en sus dos posiciones. Efectuada esta correccion tendrémos horizontal la línea de colimacion, al ménos en esa direccion; se aprieta en seguida el tornillo de presion del movimiento azimutal, y se suspende la barra imantada, la que, solicitada por la fuerza terrestre, comenzará á ejecutar una serie de oscilaciones á uno y otro lado de su posicion de equilibrio.

Como se recordará, esta barra puede correr sobre un estribo, y es necesario nivelarla en él á fin de destruir el efecto de la componente vertical; pues bien, como la visual dirigida por el telescopio en la posicion considerada es horizontal, se resbalará el iman en su estribo hasta que el hilo horizontal de la retícula coincida con un punto cualquiera de la escala vertical, durante toda una oscilacion. Cuando se tenga nivelado el iman se aprietan fuertemente los tornillos que lo fijan al estribo, á fin de que quede inmóvil en él; pues sólo habrá que variar su posicion cuando haya un cambio considerable en la posicion geográfica de los lugares en que se trabaja. Seguros ya de que las oscilaciones que ejecute el iman estarán contenidas en un plano horizontal, se procede á hacer las observaciones de oscilacion, de la manera siguiente:

1ª Se monta el instrumento para oscilaciones, como se dijo, y se nivela.

2ª Se lleva el instrumento al meridiano magnético ó muy próximo á él, y se suspende del hilo la plomada, á fin de quitar la torsion, operando de una manera análoga á la ya prevenida al hablar de las observaciones de desviacion.

1 El tornillo se pone en una direccion muy próxima á la del meridiano magnético.

3ª Se suspende la barra imantada, y por medio de la cremallera que remata el tubo de vidrio, se le hace subir ó bajar, hasta que la escala grabada en una de las lentes del iman, aparezca con claridad en el campo del anteojo y sea paralela á la línea horizontal de la retícula.

4ª Se cierran los costados de la caja, y se mueve todo el instrumento en azimut, hasta que la division média de la escala quede cubierta por el hilo vertical de la retícula, si el iman está en reposo; ó hasta que ejecute oscilaciones iguales á uno y otro lado de este hilo, si está moviéndose; y se aprieta el tornillo de presion que fija al magnetómetro. En seguida, si el arco de oscilacion es muy pequeño, se aproxima un objeto de acero, á fin de que el iman extienda sus oscilaciones á un arco de un grado de amplitud, y se procede á determinar el tiempo que dura una oscilacion. Recordemos que se entiende por duracion de la oscilacion el intervalo de tiempo que emplea el iman para que un mismo punto de su escala pase dos veces consecutivas en sentido contrario por el hilo vertical de la retícula. Para el conocimiento del tiempo de una oscilacion, se necesita el concurso de dos observadores: uno que cuente el cronómetro y otro que observe las oscilaciones del iman. Este último se coloca viendo por el telescopio, y da un *hop* en el momento preciso, en el que pasando el iman del Este al Oeste, se ha verificado la coincidencia entre la division média de la escala y el hilo vertical de la retícula. El contador del cronómetro anotará la hora, minutos, segundos y fracciones de segundo,[1] correspondientes al *hop* del observador; este último seguirá contando en silencio cinco pasos consecutivos, y en el mismo sentido de la division média de la escala por el hilo vertical de la retícula, es decir, diez oscilaciones. Antes que el paso 50 se verifique dará la voz *atencion* al contador del cronómetro, y en el instante en que aquel se verifique dará el *hop*. El contador anotará este segundo tiempo. Se continúa procediendo de la misma manera para los tiempos de los pasos décimo, décimoquinto, vigésimo, etc., hasta el quincuagésimo, correspondientes á 20, 30, 40, 50, 100, etc. Puede entónces separarse el observador del magnetó-

1 Si en la estacion en la que se opera pudiera disponerse de un cronógrafo, bastaria un solo observador, y el resultado se independeria de la ecuacion personal del contador.

metro, y el contador tomará la diferencia entre los tiempos correspondientes al paso quincuagésimo y el paso cero, con esta diferencia, fundándose en la ley del isocronismo de las oscilaciones, el tiempo correspondiente á la oscilacion 300, y conocido que sea, el observador se colocará oportunamente para ver dicho paso y dar el *hop* correspondiente, que anotará el contador.

5ª Para no exponerse á perder el tiempo del paso, se calculará tambien aproximadamente la duracion de una oscilacion simple, y una vez conocido, bastará que el observador se encuentre completamente listo, con una acticipacion igual á la duracion calculada. Este último paso servirá de orígen para una nueva serie de observaciones idéntica á la primera.[1] Por comprobacion, las diferencias entre los tiempos calculados á que debe verificarse una oscilacion cualquiera de la segunda serie y los anotados por la observacion directa, deben diferir muy poco.

6ª Restando los tiempos de las oscilaciones que tengan 300 de intervalo, es decir, el de la 300 del de la de cero, el de la 310 del de la 10, etc., etc., y dividiendo éstas diferencias por 300, se tendrá 11 valores de la duracion de una oscilacion simple, que cuando más diferirán en los milésimos de segundo. El término medio de estos 11 tiempos dará la duracion buscada.

7ª El observador tendrá cuidado de anotar la amplitud de los arcos de oscilacion al principio y al fin de cada serie, valuándolos en divisiones de la escala, y de anotar las temperaturas que señale el termómetro unido á la caja de oscilacion.

Las correcciones de que hablamos al describir el magnetómetro tienen por objete preparar el instrumento conveniente para poder usarlo; las que á continuacion expresarémos llevan la mira de corregir el dato suministrado por la observacion. En virtud de que la fórmula de que nos hemos servido supone que el tiempo se ha determinado con un cronómetro perfecto, que el arco de oscilacion no tiene amplitud, que la fuerza que produce este movimiento es únicamente la terrestre y por último, que la masa del iman permanece constante.

1ª *Correccion por la marcha del cronómetro.*—Por más cuidado

1 Se multiplica la serie de oscilaciones para reducir considerablemente los errores inherentes á los observadores; cuando estos sean prácticos, podrá reducirse el número de series.

y esmero que se ponga en la construccion de un cronómetro, no es posible que marche de una manera uniforme, sino que siempre sufre adelantos ó retardos que es necesario conocer. Con este fin se determinará la hora cada tres ó cuatro dias por medio de observaciones astronómicas y comparándola con la que marca el cronómetro se tendrá su correccion, que será positiva ó negativa, segun que el tiempo observado sea mayor que el cronométrico ó recíprocamente. Despues de algun tiempo, se hará otra determicion de hora para conocer la correccion del cronómetro que en general diferirá de la obtenida anteriormente. Esa diferencia es lo que se llama la marcha del cronómetro en el número de horas comprendido entre las dos observaciones. De aquí se deducirá la marcha por segundo, ó lo que es lo mismo, cuanto tiempo es mayor ó menor el segundo marcado por el cronómetro de lo que debiera ser. Por tanto, al tiempo t empleado en una oscilacion deberá agregarse ó quitarse la marcha del cronómetro proporcionalmente á t; de suerte que si $\pm m$ es la marcha, el tiempo corregido será: $t_1 = t \pm mt$.

2ª *Correccion por el arco de oscilacion.*—La fórmula que nos da la duracion de una oscilacion, supone que su amplitud es infinitamente pequeña; cuando ésta tiene algun valor finito, la duracion de la oscilacion no es independiente de la amplitud del arco, y la fórmula que las liga es una serie de la que no tomamos sino hasta el segundo término, por ser bastante convergente.

$$t = \pi \sqrt{\frac{\Sigma m r^2}{2 \mu l f_h}} \left(1 + \tfrac{1}{4} \operatorname{sen} \frac{2'}{2} \theta\right)$$

siendo θ la amplitud del arco de oscilacion.

La fórmula anterior podemos ponerla bajo la forma siguiente:

$$t_1 = t_2 \left(1 + \tfrac{1}{4} \operatorname{sen} \frac{2'}{2} \theta\right) \ldots\ldots (1)$$

en la que t_1 representa el tiempo (corregido por la marcha del cronómetro) empleado en la oscilacion de un arco cuya amplitud es θ, y $\frac{t}{2}$ el tiempo que emplearia en hacer una oscilacion cuya amplitud fuera infinitamente pequeña.

Se ve desde luego que la fórmula liga tres cantidades y que conociendo dos de ellas podemos determinar la tercera.

En nuestro caso conocemos la duracion de una oscilacion de amplitud sensible y podemos llegar á determinar un valor de θ correspondiente á la oscilacion média de la serie; por consiguiente, estamos en aptitud de encontrar el tiempo de una oscilacion infinitamente pequeña en amplitud y conociendo este tiempo podemos aplicar la fórmula del péndulo que hemos usado en estos apuntes.

Despejando en la fórmula (1) á t_2 resulta:

$$t_2 = \frac{t_1}{1 + \frac{1}{4} \operatorname{sen}^2 \frac{\theta}{2}}$$

Como el arco de oscilacion es muy pequeño, podrémos tomar el arco por el seno y pasar el denominador al numerador, desarrollando el binomio hasta los términos de segundo grado, quedando:

$$t_2 = t_1 \left(1 - \tfrac{1}{16} \theta^2\right)$$

Como

$$t_1 = t\,(1 + m)$$

$$t_2 = t\,(1 + m)\left(1 - \tfrac{1}{16} \theta^2\right) \ldots\ldots (2)$$

No siendo constante el arco de oscilacion sino que decrece, habrá que tomar por valor de θ el arco correspondiente á la oscilacion média de la serie, que no es el promedio de los arcos inicial y final; pues la amplitud del arco de oscilacion decrece en progresion geométrica.

La determinacion de θ no será otra cosa que buscar el término medio de una progresion geométrica, cuyo primero y último términos son conocidos.

Un término cualquiera de una progresion geométrica está dado por la fórmula $\theta = ax^n$, en la que θ representa el tiempo co-

rrespondiente á la $n + 1$ oscilacion y el último término en funcion del primero es $a' = ax^{2n}$, siendo $2n + 1$ el número total de términos. Elevando al cuadrado la primera y despejando á x^{2n} en la segunda, despues de sustituirlo en la primera queda $\theta^2 = a\,a'$, fórmula que nos da el valor de una oscilacion cercana á la média de la serie en funcion de la primera y última. Sustituyendo el valor de θ^2 en la fórmula (2) se obtiene:

$$t_2 = t\,(1 + m)\,(1 - \frac{a\,a'}{16})$$

que todavía es susceptible de simplificarse, pues el producto de m por $\frac{a\,a'}{16}$ da un término correctivo de segundo órden y la fórmula podrá escribirse

$$t_2 = t\,(1 + m - \frac{a\,a'}{16})$$

3ª *Correccion por la torsion del hilo.*—Las dos correcciones anteriores nos ponen en aptitud de poder usar la fórmula

$$t = \pi \sqrt{\frac{\Sigma\, m\, r^2}{2\,\mu\, l\, f_h}}\,;$$

pero en el presente caso á la fuerza terrestre viene á añadirse la fuerza de torsion y la fuerza aceleratriz no será solamente $2\,\mu\, l\, f_h$, sino que estará aumentada por el coeficiente de torsion; en consecuencia, la duracion de las oscilaciones observadas, corregidas previamente por el arco de oscilacion y marcha del cronómetro, estará representada por la expresion:

$$t_2 = \pi \sqrt{\frac{\Sigma\, m\, r^2}{2\,\mu\, l\, f_h + C}}$$

Elevando al cuadrado:

$$(3) \ldots\ldots\ldots \; t_2^2 = \frac{\pi^2 \Sigma m r^2}{2 \mu l f_h + C}$$

Si no hubiera torsion, la duracion de una oscilacion estaria representada por

$$(4) \ldots\ldots\ldots \; t_3^2 = \frac{\pi^2 \Sigma m r^2}{2 \mu l f_h}$$

Dividiendo la (3) entre la (4) y despejando á t_3^2

$$t_3^2 = \frac{t_2^2 (2 \mu l f_h + C)}{2 \mu l f_h}$$

$$t_3^2 = t_2^2 \left(1 + \frac{C}{2 \mu l f_h}\right) \ldots\ldots\ldots (5)$$

En esta fórmula todo nos es conocido con excepcion de $\frac{C}{2 \mu l f_h}$

Determinacion de $\frac{C}{2 \mu l f_h}$.—Dispuesto el magnetómetro como para las observaciones de oscilacion, se hace girar el casquillo superior que remata el tubo de vidrio 90° en el sentido en que crece la graduacion y se lee la indicacion de la escala del iman que se encuentra en coincidencia con el hilo vertical de la retícula, anotando esta lectura se hace girar de nuevo el casquillo 180° en sentido contrario y se lee la indicacion de la aguja en esta nueva posicion de equilibrio.

Sea τ la torsion que tenga el hilo al comenzar la operacion y ψ el ángulo de desviacion de la aguja por causa de esta torsion. Haciendo girar 90° el casquillo, el hilo tendrá una torsion igual á $90° \pm \tau - \beta$, siendo β la variacion del ángulo de desviacion

por efecto de la revolucion de 90° comunicada al casquillo. El iman se encontrará en equilibrio por la accion del par de torsion y por la del par componente horizontal: la ecuacion que exprese la posicion de equilibrio será:

$$C\,(90° \pm \tau - \beta) = 2\,\mu\,l\,f_h \text{ sen } (\pm\,\psi + \beta)$$

Al efectuar la revolucion de 180° en sentido contrario, la ecuacion quedará.

$$C\,(90° \mp \tau - \beta') = 2\,\mu\,l\,f_h \text{ sen } (\mp\,\psi + \beta')$$

en la que τ y ψ son de signo contrario á la anterior en razon de que su efecto es opuesto.

Sumando las ecuaciones anteriores tendrémos

$$C\,[180° - (\beta + \beta')] = 2\,\mu\,l\,f_h\,(\beta + \beta')$$

tomando los arcos en lugar de los senos por ser éstos demasiado pequeños.

De donde se obtiene

$$\frac{C}{2\,\mu\,l\,f_h} = \frac{\beta + \beta'}{180° - (\beta + \beta')}$$

Sustituyendo este valor en la (5) resulta:

$$t_3^2 = t_2^2 \left(1 + \frac{\beta + \beta'}{180° - (\beta + \beta')} \right) \text{ ..... } (6)$$

fórmula que nos da el valor de la oscilacion corregido por torsion.

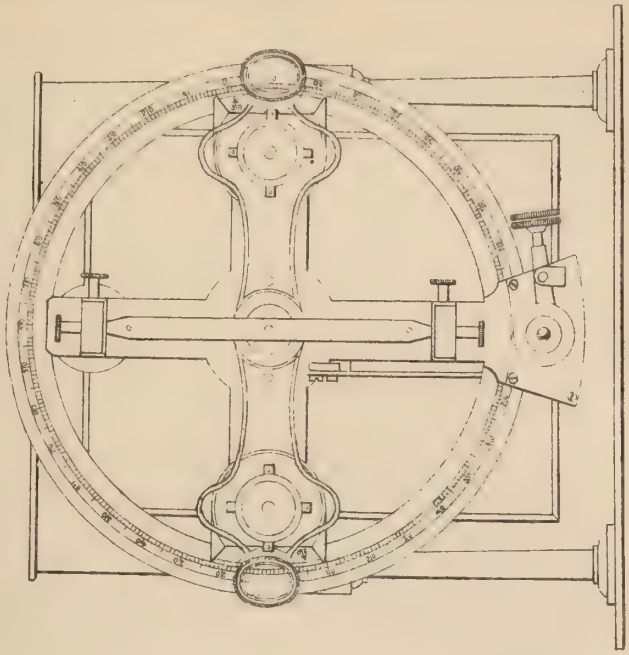


Fig. 24

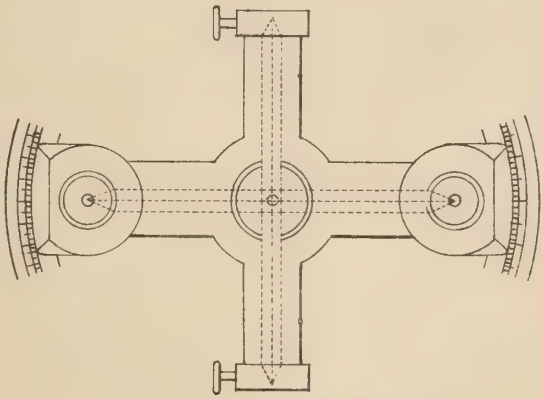


Fig. 24.

LIT. DEL TIMBRE

4.º *Correccion por induccion.*—Hasta ahora hemos supuesto que la masa magnética no haya sufrido ningun cambio; pero esto no se verifica, puesto que el iman está en un campo magnético y por tanto la barra experimenta efectos de induccion. Su masa, que era μ se convertirá en $\mu + A\,\mu\,f_h \cos\theta$; pero como el arco θ es muy pequeño, podemos tomar por coseno θ la unidad y quedará:

$$\mu + A\,\mu\,f_h$$

Segun hemos visto. $A\,f_h = G$ que sustituido en la expresion anterior se tendrá:

$$\mu\,(1 + G)$$

La fórmula (3) deberá pues modificarse, quedando:

$$t^2_3 = \frac{\pi^2\,\Sigma\,m\,r^2}{2\,\mu\,l\,f_h\,(1 + G)} \;\ldots\ldots\ldots\; (7)$$

y t^2_4, si la masa no variara tendria por valor

$$t^2_4 = \frac{\pi^2\,\Sigma\,m\,r^2}{2\,\mu\,l\,f_h}$$

Haciendo las mismas operaciones que en la correccion anterior resulta:

$$t^2_4 = t^2_3\,(1 + G)$$

y como $t^2_3 = t^2_2 \left(1 + \frac{\beta + \beta'}{180 - (\beta + \beta')}\right)$

$$t^2_4 = t^2_2 \left(1 + G + \frac{\beta + \beta'}{180 - (\beta + \beta')}\right)$$

despreciando los términos de segundo órden.

5ª *Correccion por temperatura.*—De una manera análoga se hace la correccion por temperatura, quedando el valor de

$$t^2_5 = t^2_2 \left(1 + G + \frac{\beta + \beta'}{180 - (\beta + \beta')} + c'(t - t')\right)$$

Sustituyendo el valor de t^2_2 resulta:

$$t^2_5 = t^2 \left(1 + m - \frac{a\,a'}{16}\right)^2 \left(1 + G + \frac{\beta + \beta'}{180 - (\beta + \beta')} + c(t - t')\right)$$

la duracion t^2_5 es la que obtendriamos con un péndulo ideal.

Despejando á $2\,\mu\,l\,f_h$ dará:

$$2\,\mu\,l\,f_h = \frac{\pi^2\,\Sigma\,m\,r^2}{t^2\left(1 + m - \frac{aa'}{16}\right)^2 \left(1 + G + \frac{\beta + \beta'}{180 - (\beta + \beta')} + c(t - t')\right)}$$

Tal es la fórmula que nos da el producto del momento del iman por la componente horizontal del par magnético terrestre en funcion del tiempo observado.

MANERA DE DETERMINAR LA DECLINACION.

En los observatorios fijos debe tenerse una señal meridiana ó una cuyo azimut astronómico se haya determinado previamente por los procedimientos más rigurosos que enseña la astronomía.

Si se opera en el campo ó en una estacion provisional en que no se pueda determinar la meridiana, como se dijo ántes, el magnetómetro puede servir para trazarla, valiéndose del aparato adicional ya descrito. Para esto se dispone el instrumento sin la

caja de madera que ha servido para hacer las observaciones de oscilacion, se monta el telescopio, cuya línea de colimacion ha sido corregida, sobre sus montantes, en seguida se hace girar todo el instrumento hasta colocarlo en la direccion del sol y despues se mueve el espejo hasta conseguir que la imágen reflejada del astro, aparezca en el campo del anteojo. Acto continuo se mueven los tornillos de aproximacion del movimiento general y el del movimiento del espejo alrededor del eje horizontal, hasta obtener la coincidencia de uno de los limbos del sol con el hilo horizontal y que el vertical bisecte su imágen, anotándose en esta posicion la graduacion azimutal del instrumento.

Se tiene cuidado de estar moviendo azimutalmente el magnetómetro hasta que la imágen del sol vuelva á aparecer en el campo, y se toma la graduacion cuando esté en igualdad de circunstancias que en la primera observacion. La semi-diferencia de las dos lecturas dará la graduacion meridiana.

Las condiciones que debe satisfacer el aparato adicional del magnetómetro son:

1ª El eje del movimiento azimutal del espejo debe ser vertical y el del vertical perfectamente horizontal. Esta doble condicion se satisface valiéndose del nivel montante de que está provisto el aparato.

2ª La superficie reflejante del espejo debe ser paralela al eje horizontal. Para llenar esta condicion se mueve azimutalmente el círculo que lleva el espejo hasta que se vea por reflexion en el anteojo un punto bien definido que se pone en coincidencia con el centro de la retícula, en seguida se invierte el espejo haciendo que el muñon que estaba á la derecha quede á la izquierda, y recíprocamente, se mueve el espejo al rededor de su eje horizontal hasta conseguir que el punto aparezca en el campo del anteojo; despues con el tornillo de aproximacion se procura que quede en coincidencia con el centro de la retícula; si esto no se consigue, habrá que variar la posicion del espejo respecto del eje, por medio de un tornillo que lleva en su parte posterior, repitiendo la operacion hasta conseguir que en las dos posiciones del espejo el punto quede en coincidencia con el centro de la retícula.

3ª La línea de colimacion debe ser perpendicular a la superficie reflejante.

Esto se verifica suspendiendo una plomada á cierta distancia, de manera que el hilo que la suspende quede en coincidencia con el vertical de la retícula; despues se mueve el espejo al rededor de su eje horizontal, hasta conseguir que la imágen de aquel aparezca por reflexion en el campo del anteojo, y con el tornillo de aproximacion del movimiento azimutal del espejo se establece de nuevo la coincidencia con el hilo vertical de la retícula.

Una vez determinada la graduacion meridiana, se monta el instrumento como para observaciones de oscilacion; se quita la torsion al hilo, se suspende la aguja en un estribo que puede fijarse á la pieza metálica en que termina el hilo, tanto por su parte superior como por la inferior. Con esta disposicion se consigue hacer girar el iman 180° al rededor de su eje de figura, y por consiguiente eliminar el error que proviene de la falta de coincidencia entre este último, y el eje magnético de la barra. Se mueve azimutalmente el instrumento hasta conseguir que la línea central de la escala del iman coincida con el hilo vertical de la retícula; en esta posicion se hacen las lecturas de los verniers, se suspende el estribo por su apéndice inferior, y despues de ejecutar las mismas operaciones, se toma el promedio de las cuatro lecturas, que restado de la indicacion meridiana dará el valor de la declinacion.

TEODOLITO BRUNNER.

Este teodolito está destinado para el levantamiento de las cartas magnéticas, pues reune las condiciones necesarias para viaje y evita el uso de varios instrumentos, dando aproximadamente la posicion geográfica de la localidad, el tiempo, la declinacion, la inclinacion y la intensidad de la fuerza magnética.

El aparato se compone (Figura 22) de un eje vertical cónico unido á un disco graduado que le es perpendicular, y va unido á un tripié sostenido por tres tornillos niveladores. Al derredor de este eje gira con frotamiento suave un tubo tambien cónico, que lleva en su parte inferior un disco provisto de dos verniers dia-

metralmente opuestos. La parte superior del tubo cónico está terminada por una caja de forma rectangular, que tiene en las caras, anterior y posterior, unos tubos cerrados en sus extremidades por vidrios planos; en las caras laterales lleva dos círculos verticales: uno de ellos graduado y el otro con incisiones hechas en borde y separadas entre sí 90°. Por el centro del círculo graduado pasa un eje que sostiene en su extremidad un telescopio y unas alidadas que sirven para llevar los verniers. Cerca del objetivo del anteojo hay un brazo que en su extremidad libre soporta un microscopio cuyo eje óptico es paralelo al del telescopio: en el interior de este último hay un espejito plano que forma con su eje óptico un ángulo de 45° á fin de que la retícula quede iluminada al hacer observaciones nocturnas; su ocular es acodado, disposicion muy conveniente para la observacion de los astros cuando están cerca del zenit.

Por el centro del otro círculo pasa un eje terminado por una pinza que en una de sus extremidades lleva un trinquete y en la otra puede colocarse un cilindro de fierro dulce. El trinquete sirve para poner fácilmente el cilindro en dos posiciones verticales diametralmente opuestas y en dos horizontales que satisfagan la misma condicion.

La parte superior de la caja lleva un tubo de pequeña altura y de gran diámetro, encerrado por otro que en su superficie lateral tiene cuatro tornillos, y á su vez termina por un casquillo que gira á su derredor con frotamiento suave. Este casquillo, soporta un tornito donde se enrolla un hilo fino de seda que desciende hasta la caja, y sostiene un estribo que sirve para llevar la barra imantada.

De la parte superior de la caja párte igualmente una pieza metálica, que sirve para poner otra barra imantada en una posicion perpendicular al plano del círculo vertical. Ambos imanes son de forma prismática y llevan en sus extremidades unos disquitos de plata con una línea de referencia.

La retícula del microscopio es una escala grabada en vidrio de tal manera, que el valor angular de dos divisiones consecutivas sea igual á la aproximacion del instrumento.

MANERA DE DETERMINAR LA DECLINACION VALIÉNDOSE DEL TEODOLITO BRUNNER.

La declinacion se obtiene del mismo modo que como se explicó al hablar del magnetómetro con la única diferencia que aquí es posible hacer desaparecer el error debido á la falta de coincidencia entre el hilo de seda que suspende el iman, y el eje vertical del instrumento, pues pueden visarse las dos extremidades de la barra y tomarse el promedio de las lecturas. Este error puede además reducirse cuanto se quiera, sirviéndose de los cuatro tornillos que se encuentran en el tubo ya descrito.

DETERMINACION DE LA INCLINACION.

La inclinacion no puede obtenerse directamente sirviéndose del teodolito Brunner; pero se recordará que al tratar de la descomposicion de la fuerza megnética llegamos á la fórmula

$$\text{tang } i = \frac{f_v}{f_h}$$

El valor de esta relacion se obtiene colocando verticalmente en la pinza la pieza cilíndrica de fierro; ésta adquirirá inmediatamente una masa magnética proporcional á f_v por efecto de induccion y obrando sobre la aguja suspendida la desviará del meridiano magnético un ángulo α.

En seguida se hará girar el cilindro de fierro 180°, se producirá una desviacion α' y se tomará por valor del ángulo de desviacion el promedio entre α y α'.

Colocando despues el cilindro horizontalmente y haciendo las

mismas operaciones antedichas, se obtendrán los valores a'' y a''' cuyo promedio dará el ángulo de desviacion correspondiente á la componente horizontal. Estos valores sustituidos en la fórmula

$$\text{tang } i = D \frac{\text{sen } \frac{1}{2} (a + a')}{\text{tang } \frac{1}{2} (a'' + a''')}$$

darán el valor de la tangente y por consiguiente del ángulo de inclinacion.

La fórmula anterior ha sido obtenida estableciendo las ecuaciones de equilibrio en las posiciones vertical y horizontal de la barra de fierro dulce, despejando de ellas á f_v y á f_h y dividiendo en seguida una por otra.

La constante D se determina prácticamente haciendo en la misma estacion, y al mismo tiempo observaciones de inclinacion con una brújula, y de desviacion con el teodolito Brunner. De esta manera quedan conocidas todas las cantidades que entran en la fórmula con excepcion de D.

Se comprende desde luego que el valor D no quedará bien determinado, sino tomando el promedio de una numerosa serie de observaciones.

MEDIDA DE LA INTENSIDAD.

Segun vimos al establecer las fórmulas que se usan en el magnetómetro para la determinacion de la componente horizontal, es necesario conocer el producto $2 \mu l f_h$ y el cociente $\frac{2 \mu l}{f_h}$.

El primero se obtiene practicando con el teodolito observaciones de oscilacion idénticas á las ya descritas. Para obtener el segundo se coloca la barra imantada que sirvió para las oscilaciones en el soporte que está en la parte superior de la caja, se monta la otra en el estribo, y se toma el ángulo de desviacion con cada una de las extremidades de la barra desviada, tanto cuando el polo

N. de la desviadora está hácia el E., como cuando queda al W. Sustituyendo el promedio de los valores obtenidos en la fórmula

$$\frac{2\,\mu\,l}{f_h} = \frac{\text{sen}\ \alpha}{E}$$

se tendrá la relacion buscada, que dividida por el producto

$$2\,\mu\,l\,f_h = \frac{\pi^2\,\zeta\,m\,r^2}{t^2}$$

dará

$$f_h^{\,2} = \frac{E\,\pi^2\,\zeta\,m\,r^2}{t^2}.$$

Veamos la manera de obtener la expresion

$$\frac{2\,\mu\,l}{f_h} = \frac{\text{sen}\ \alpha}{E}:$$

Sea NS la meridiana magnética (Fig. 23), ab la aguja desviada, $a'b'$ la desviadora. Por razones idénticas á las expuestas al desarrollar las fórmulas empleadas en el método que sirve para determinar la fuerza total, el sistema que obra sobre la aguja desviada es en nuestro caso el par terrestre $(f_h - f_h)$, el par que proviene de las componentes horizontales de las fuerzas ab' y $a'b$ y que resulta de las componentes de la misma especie de las $b'b$ y $a'a$.

La intensidad de cada una de las fuerzas de estos pares, segun las leyes de las atracciones y repulsiones magnéticas, es:

$$\frac{\mu\,\mu'}{a\,b'^2}\ \cos b'\,a\,b''$$

Como coseno $b'\,a\,b''$ es constante, lo mismo que la distancia entre los polos a y b', la expresion de la intensidad de las fuerzas quedará $\mu\,\mu'\,e$.

Estableciendo la ecuacion de equilibrio, tendrémos:

$$f_h \mu' \times b\, d = e\, \mu\, \mu' \times b''\, g + e\, \mu\, \mu' \times a''\, m,$$

por otra parte

$$b\, d = 2\, l' \operatorname{sen} a,$$

y

$$b''\, g = a''\, m = 2\, l \operatorname{sen} m\, b''\, a''.$$

Sustituyendo estos valores en la ecuacion anterior, resulta:

$$f_h\, \mu'\, l' \operatorname{sen} a = 2\, e\, \mu\, \mu'\, l \operatorname{sen} m\, b''\, a'',$$

de donde

$$\frac{2\, \mu\, l}{f_h} = \frac{l' \operatorname{sen} a}{e \operatorname{sen} m\, b''\, a''}$$

en la que siendo

$$\frac{l'}{e \operatorname{sen} m\, b''\, a''}$$

relacion entre cantidades constantes, se ha hecho igual al cociente $\frac{1}{E}$.

Para determinar prácticamente la constante E, se sigue el mismo procedimiento que indicamos para la determinacion de D, haciendo uso de un magnetómetro.

DETERMINACION DE LA FUERZA TOTAL POR EL MÉTODO DE LLOYD.[1]

Al hablar de este procedimiento (Fig. 24), dimos á conocer las fórmulas que le eran aplicables. Vamos á exponer á contiuuacion el método práctico para determinar las variables que entran en ellas, y que nos ha sido suministrado por nuestro estimable amigo el Sr. Miguel Pérez, subdirector del Observatorio Meteorológico Central.

"La brújula de inclinacion lleva cuatro agujas. Las números 1 y 2 sirven para observar la inclinacion de la manera acostumbrada. La número 3 es tambien una aguja comun de inclinacion; la número 4 lleva un pequeño peso constante que obra en direccion opuesta á la del magnetismo terrestre. Esta aguja se puede fijar en el brazo que lleva los microscopios, cuando se usa como desviadora de la número 3.

"Las observaciones constan de dos partes: en la primera se observa la posicion de equilibrio de la aguja número 3, entre la accion del magnetismo terrestre y la de la número 4 usada como desviadora, cuyo polo N. se dirige alternativamente hácia el N. y S. magnéticos. En la segunda parte se observa la posicion de equilibrio de la número 4, entre la accion geomagnética y la del pequeño peso constante que lleva fijo.

"Las observaciones de inclinacion y de fuerza total se practican como sigue:

"1º Se coloca la aguja número 1 en las chapas de ágata, y se hace una observacion de inclinacion de la manera acostumbrada.

"2º Despues se coloca en lugar de la número 1 la número 3, y se fija la número 4 entre los microscopios, colocándola siempre

1 Los métodos descritos en las páginas 00 y 00 que sirven de fundamento á la determinacion de la fuerza total, que acabamos de describir, los hemos investigado directamente. Conociamos las instrucciones que el Sr. Pérez nos habia proporcionado, y sabiamos igualmente que el método es debido al Dr. Lloyd; pero ignoramos absolutamente cuáles son sus fórmulas y cómo las ha desarrollado. Con temor hemos emprendido esta investigacion, en la que sólo sabiamos los puntos finales á que debiamos llegar.

en la misma posicion; es decir, el extremo que lleva el pequeño contrapeso *debe ocupar siempre el mismo lugar.* Se observa entónces la inclinacion de la número 3 en una posicion de la aguja y del círculo. Se repite la observacion colocando el extremo N. de la aguja número 4 en direccion opuesta, por medio del movimiento del brazo de los microscopios; la semidiferencia de las lecturas en ambas posiciones, dará el valor u' del ángulo de desviacion.

"3º Se quita la aguja número 3 y se sustituye por la número 4; se observa su inclinacion η en cuatro posiciones de la aguja y del círculo. La desviacion de esta aguja de la posicion que debiera guardar, obedeciendo sólo á la accion geomagnética, es $u = \theta - \eta$; siendo el ángulo η positivo cuando se mide del mismo lado que la inclinacion θ, y negativo en caso contrario.

"4º Se repite la observacion segunda.

"5º Se hace una observacion completa con la aguja número 2.

"En ningun caso y por ningun motivo deben invertirse ni alterarse los polos de las agujas números 3 y 4."

INSTRUMENTOS REGISTRADORES.

Para investigar las leyes que siguen los fenómenos meteorológicos y para establecer las que los ligan, es necesario observarlos de una manera continua, ó por lo ménos á intervalos muy cortos.

Los instrumentos que dan los valores absolutos de los elementos magnéticos, exigen operaciones muy laboriosas, que por lo mismo quitan mucho tiempo y fatigan demasiado al observador; por estas razones creemos que para el estudio de la correlacion de las fuerzas físicas, estos instrumentos son inútiles, si no van acompañados de otros que den las variaciones.

En el estudio de cualquier fenómeno no presenta tanto interes valuar su intensidad absoluta, cuanto ver los cambios que experimenta con la variacion del medio en que se opera. De lo anterior resulta la necesidad de hacer observaciones muy frecuentes y la utilidad de los instrumentos que dan solamente las variaciones, y que han sido descritos anteriormente; mas si se reflexiona

un poco, estos aparatos tienen el inconveniente de tener que hacer directamente la observacion, y por lo mismo no poder sustraerse á los cambios de temperatura; pues aunque ésta podria llevarse en cuenta, los cálculos que habria que hacer para cada observacion, y más cuando son muy numerosas, harian el estudio demasiado penoso.

Además, no daria resultado poner los instrumentos en departamentos subterráneos, en los que no variase la temperatura de una manera sensible, pues con sólo la presencia del observador á intervalos muy cortos y la comunicacion que necesariamente tendria que establecerse con el exterior á cada observacion, haria cambiar la temperatura, y por consiguiente, las posiciones de equilibrio de las barras imantadas.

Para obviar estos inconvenientes se emplean los instrumentos registradores, que no son otra cosa que aparatos de variaciones á los que se añade un espejo sólidamente unido á las barras magnéticas y que necesariamente seguirá sus movimientos. Estos pueden quedar grabados, si hacemos que un haz luminoso de rayos paralelos sea reflejado por el espejo y obre químicamente sobre láminas de papel ó zinc impresionables y animadas de un movimiento cuya ley sea conocida. Así tendrémos una curva más ó ménos regular, cuyas abscisas y ordenadas respectivamente serán funciones del tiempo y del cambio de los elementos magnéticos Llamamos la atencion sobre el empleo de las láminas de zinc en vez de las de papel, por tener aquellas la ventaja de que, preparadas convenientemente, sirven de planta para impresion.

Recomendamos al lector la obra de Gordon, sobre "Electricidad y Magnetismo," si desea profundizar el estudio de los instrumentos registradores.

Inspector de Minas de Occidente.—Número 27.—Envio á vd. una memoria que escribí hace poco tiempo, y que es la primera de una serie de trabajos análogos que me propongo escribir sobre la aplicacion de las modernas doctrinas termoquímicas á las teorías metalúrgicas del método de amalgamacion conocido con el nombre de beneficio de patio.

Reitero á vd. las protestas de mi atenta consideracion.

Libertad y Constitucion. Guadalajara, Agosto 12 de 1887.—*C. F. de Landero.*—Ciudadano Ministro de Fomento.—México.

Secretaría de Fomento, Colonizacion, Industria y Comercio.—México.—Seccion 5ª—Con el oficio de vd., fecha 12 del actual, se recibió en esta Secretaría una memoria que escribió vd. hace poco tiempo, y que es la primera de una serie de trabajos análogos que se propone escribir sobre la aplicacion de las modernas doctrinas termoquímicas á las teorías metalúrgicas del método de amalgamacion, conocido con el nombre de beneficio de patio, cuya memoria se manda publicar en el *Diario Oficial*, á reserva de hacerlo tambien por separado.

Libertad y Constitucion. México, Agosto 20 de 1887.—Al ingeniero Cárlos F. de Landero.—Guadalajara, Jalisco.

APLICACION

DE LAS

DOCTRINAS TERMOQUÍMICAS

A las teorías metalúrgicas de la amalgamacion de la plata.

I.

EXÁMEN TERMOQUÍMICO DE ALGUNAS REACCIONES RELATIVAS Á LA FORMACION DEL CLORURO DE PLATA.

Los progresos de la ciencia pura, aun cuando no fuesen directamente influyentes en el adelanto de la industria, siempre serian de la más alta importancia, como verdades adquiridas por el espíritu humano. Pero aún bajo el sólo punto de vista práctico tienen importancia todos los adelantos, por la correlacion que tiene que existir entre todas las ramas de la ciencia, correlacion que hace sea necesario el mejor conocimiento de cada parte para el positivo progreso de nuestros conocimientos acerca de otras partes ó del conjunto. Así, sería difícil que hubiese algun paso dado en cualquiera ciencia, por abstracta que ella fuera, que no condujera más pronto ó más tarde, ya directa ó indirectamente, á algun adelanto á él debido, en todo ó en parte, en el dominio de las aplicaciones prácticas. La conviccion de la verdad de ese aserto nos la da el razonamiento; pero á mayor abundamiento podrian citarse multitud de casos en la Historia de las Ciencias. Cuantas veces

se han descubierto hechos ó principios que han sido considerados de la mayor trascendencia por aquellos que se consagran á la investigacion de la verdad; pero no por los hombres puramente prácticos: hechos ó principios que con el trascurso del tiempo se han convertido en fuente de aplicaciones industriales, de importancia indiscutible, así reconocida por todas las inteligencias.

Apénas las investigaciones y las doctrinas termoquímicas comenzaban á trasformar radicalmente la química pura, el mismo Berthelot aplicaba los principios por él descubiertos á la teoría de las sustancias explosivas, inaugurando así la serie, que en el porvenir probablemente no será pequeña, de las aplicaciones industriales de dichos principios. Voy á ocuparme en la presente memoria de mostrar cómo las doctrinas termoquímicas podrán tener ventajosa aplicacion á las teorías metalúrgicas relativas á los procedimientos de amalgamacion de las menas argentíferas: teorías que una vez perfeccionadas y sobre sólida base establecidas, servirán de fundamento á esfuerzos racionales que podrán ensayarse, acaso conducentes al mejoramiento de los respectivos procedimientos industriales. Apénas presentaré por hoy ligero esbozo de las investigaciones que en tal sentido pueden emprenderse, limitándome á indicar un camino que yo mismo seguiré ó que otros podrán seguir.

El principio del trabajo máximo, enunciado por Berthelet, no permite preveer qué reacciones deberán infaliblemente verificarse cuando ciertos cuerpos se encuentran en presencia en determinadas condiciones; pero sí puede suministrarnos valiosas luces acerca de cuáles de las hipótesis que podrán hacerse en cada caso deberán desecharse, y cuál entre ellas será la más probable, al ménos siempre que tales hipótesis conduzcan á suponer que, terminadas las reacciones, se llega á estados finales entre sí diferentes. Precisamente es este el caso en las diversas hipótesis que han sido sugeridas para explicar los fenómenos de la operacion metalúrgica de amalgamacion por el método mexicano, descubierto en Pachuca en el siglo XVI por Don Bartolomé de Medina. Cada una de esas hipótesis conduce á un estado final distinto de aquel á que otra de ellas lleva, y como los estados iniciales y las condiciones físicas son siempre idénticos, lo más probable es que las cosas pasen con arreglo á la hipótesis que requiera tal

estado final, que para llegar á él partiendo del estado inicial comun, la cantidad total de calor desarrollada, sea mayor que lo que seria admitiendo los otros supuestos.

Examinaré en otra memoria, una á una, á la luz del teorema de Berthelot, las diversas teorías que han sido propuestas para explicar esa operacion metalúrgica, que se conoce en el país con el nombre de *beneficio de patio*. Voy por ahora á ocuparme en examinar, con ayuda de los principios termoquímicos, diferentes reacciones cuyo conocimiento profundo es de la mayor importancia para las teorías metalúrgicas. De esta clase es el estudio de la accion de diferentes agentes químicos sobre el sulfuro de plata y sobre otras combinaciones de este elemento que pueden encontrarse en la Naturaleza; pero por esta vez me ocuparé solamente de la formacion de cloruro de plata por medio del metal y de su sulfuro. De una manera análoga pueden estudiarse otras series de reacciones, como las de la reduccion de dicho cloruro de plata, la accion de los agentes empleados en las operaciones metalúrgicas sobre los sulfuros de plomo y zinc y sobre otros cuerpos que acompañan á los compuestos de plata en las menas argentíferas.

Casi todos los experimentos cuyos resultados cito en lo que sigue, fueron hechos por el Dr. Percy en 1855; pero no los habia publicado ántes de 1880, que los publicó como introduccion al tomo VI de su extenso Tratado de Metalurgía.[1] Dichos resultados, procedentes de experimentos preciosos, efectuados en condiciones bien definidas y debidamente anotadas, me han servido de base para el presente trabajo, habiendo agregado solamente á propósito de cada reaccion consideraciones deducidas de los datos termoquímicos. Los datos numéricos sobre calores de formacion de que he hecho uso, los he tomado de las tablas publicadas por Berthelot en el Anuario de la Oficina de Longitudes, de 1886. Para evitar repeticiones, al designar los estados físicos de los elementos y compuestos, emplearé al escribir las ecuaciones termoquímicas mi notacion, que consiste siemplemente en poner debajo, á la izquierda ó arriba del símbolo de cada elemento ó compues-

1 Metallurgy, by Jonh Percy, M. D., F. R. S., &c. Silver and Gold. Part I. London 1880.

to, una estrellita segun que tal cuerpo sea respectivamente sólido, líquido ó gaseoso.

FORMACION DEL CLORURO POR LA ACCION DE DIFERENTES AGENTES SOBRE LA PLATA METÁLICA.

Accion del cloro.—El cloro gaseoso, seco ó húmedo, y su disolucion acuosa atacan superficialmente á la plata formando Ag Cl. El ataque sigue adelante, y aun puede ser completo, cuando el metal está en hojas muy delgadas, ó muy dividido. Tambien pasa la mismo reaccion con el ácido clorhídrico en presencia del peróxido de manganeso, el ácido arsénico ú otros cuerpos oxidantes.

La formacion de un equivalente ($143\frac{1}{2}$ gramos) de Ag Cl desarrolla:

$$\underset{*}{Ag} + \overset{*}{Cl} = \underset{*}{Ag}\,Cl : + 29200 \text{ calorías.}$$

En presencia de una solucion de cloruro de sodio, la accion del cloro sobre la plata metálica debe continuar á causa de que la pegadura ó revestimiento de cloruro que impide la prolongacion del ataque, quedaria disuelto á medida que se formara, renovándose así las superficies, hasta saturacion de la disolucion salina. Convendria recoger el dato experimental de las condiciones térmicas de la disolucion del cloruro argéntico en el agua de sal y en otros disolventes, y me ocuparé en cuanto sea posible de esas investigaciones.

Accion del ácido hipocloroso.—Accionando este cuerpo sobre la plata finamente dividida, hay formacion de Ag Cl y desarrollo de oxígeno, hecho que fué observado por vez primera por Balard. Esta reaccion tiene que ser más enérgica que la del cloro libre por ser endotérmico el ácido hipocloroso, y aun más enérgica cuando se verifique en presencia de cuerpos oxidables, á

causa del desarrollo de calor debido á la formacion de óxidos. La reaccion

$Ag + Cl^{*}O = Ag^{*}Cl + \overset{*}{O}$, desarrolla 36800 calorías, suma del calor de formacion del cloruro de plata y el de descomposicion del ácido hipocloroso. Si este ácido interviene en solucion acuosa, su descomposicion desarrollaria 2900 en vez de 7600 calorías, pues la disolucion del gas hipocloroso en el agua desarrolla 6700 calorías.

Accion del ácido clorhídrico.—Si á la temperatura del rojo se hace pasar gas clorhídrico, seco ó húmedo, sobre plata metálica, se forma cloruro de plata.

La reaccion

$Ag + H^{*}Cl = Ag^{*}Cl + \overset{*}{H}$, desarrollaria hácia esa temperatura 3200 cal., diferencia entre 29200, calor desarrollado por la formacion del cloruro de plata, y 26000, calor absorbido por la descomposicion del gas clorhídrico. Pero hay que atender á que á esa temperatura se forma en rigor cloruro de plata en estado gaseoso, $Ag^{*}Cl$, y habria que deducir el calor de volatilizacion de dicho compuesto. El número 26000 es el de las calorías desarrolladas por la union del cloro y el hidrógeno hácia 2000°, siendo 22000 el de las calorías desarrolladas á 15°.

La pequeña diferencia que en todo caso resta como calor desarrollado por esta reaccion, explica el que con ligeras variaciones de condiciones pueda verificarse la reaccion, ligeramente endotérmica, de la reduccion á alta temperatura del cloruro de plata por el hidrógeno.

A la temperatura ordinaria se forma lentamente cloruro de plata, con desprendimiento de hidrógeno, si se conserva la plata en contacto con una disolucion de ácido clorhídrico (Proust); siendo más rápida la accion si á la vez intervienen el ácido y el aire atmosférico. A primera vista pareceria que esa reaccion de-

beria desarrollar 7200 cal., siendo por tanto más enérgica que á alta temperatura; pero atendiendo á que de ese número se tiene que restar el calor desarrollado por la disolucion del gas clorhídrico, que es nada ménos que de 17300 cal., se ve que la reaccion en frío y en esas condiciones es endotérmica. Los experimentos efectuados acerca de esta reaccion no son hasta ahora bastante concluyentes. Probablemente la accion en frio del gas clorhídrico es más enérgica que la de su disolucion; pero es superficial solamente. A elevada temperatura, la volatilizacion del cloruro formado permite que continúe tal accion.

Accion del cloruro de cobre.—Calentó el Dr. Percy una torneadura de plata al rojo y la puso en un tubo de vidrio que contenia una solucion acuosa de cloruro de cobre; hizo hervir, y soldó el tubo. Pasados dos años, durante el cual tiempo estuvo el tubo más ó ménos expuesto á la luz, lo rompió y examinó su contenido, anotando las observaciones que siguen. El color del licor era pardo oscuro; la lámina de plata estaba cubierta con una costra oscura que presentaba puntos relucientes, que examinados con una lente, parecian diminutos cristales. En el fondo del tubo habia cristales semejantes, en los que se observaban claramente caras triangulares; estos cristales eran solubles en el amoniaco y parecian ser de subcloruro de cobre. La costra cristalina se disolvió en amoniaco sin comunicarle la más leve coloracion azul, y agregando á la solucion obtenida un exceso de ácido nítrico, se formó abundante precipitado blanco de cloruro de plata. Análogos resultados tuvieron lugar, al cabo del mismo tiempo, habiendo agregado cloruro de sodio á la solucion de cloruro cúprico.

Harsten, en 1852, habia publicado resultados semejantes, habiendo encontrado que á una temperatura de 15° á 20° C esa reaccion tiene lugar muy lentamente sin la presencia del cloruro de sodio, y rápidamente en presencia de este compuesto.

La reaccion es expresada por la fórmula

$$2\ Cu\ Cl\ dis + \underset{*}{Ag} = \underset{*}{Cu_2}\ Cl + \underset{*}{Ag}\ Cl,$$

siendo sus condiciones térmicas las siguientes:

Estado inicial.

$2\,(\overset{*}{Cu} + \overset{*}{Cl}) = 2\,Cu\,Cl$ dis., desarrolla..... 57100 cal.

Estado final.

$Cu_2 + \overset{*}{Cl} = Cu_2\,Cl$, desarrolla.....	35600	
$\overset{*}{Ag} + \overset{*}{Cl} = \overset{*}{Ag}\,Cl$, idem.....	29200	64800 „
Diferencia.....		7700 cal.

que es la cantidad de calor desarrollada por la reaccion.

Accion del sesquicloruro de hierro.—Cuando se deja la plata en contacto con una solucion acuosa de percloruro de hierro, se forman lentamente cloruros ferroso y argéntico, segun la ecuacion:

$$Fe_2\,Cl_3 \text{ dis} + \overset{*}{Ag} = 2\,Fe\,Cl \text{ dis} + \overset{*}{Ag}\,Cl.$$

Las condiciones térmicas de la reaccion son las siguientes:

Estado inicial.

$2\,\overset{*}{Fe} + 3\,\overset{*}{Cl} = Fe_2\,Cl_3$ dis., desarrolla..... 127700 cal.

Estado final.

$2\,(\overset{*}{Fe} + \overset{*}{Cl}) = 2\,Fe\,Cl$ dis., desarrolla.....	100000	
$\overset{*}{Ag} + \overset{*}{Cl} = \overset{*}{Ag}\,Cl$, idem.....	29200	129200 „
Diferencia.....		1500 cal.

Consecuentemente, esta reaccion es mucho ménos enérgica que la precedente.

Accion del cloruro de mercurio.—Con el cloruro mercúrico, la reaccion es la siguiente:

$$2\,Hg\,Cl\ dis + \underset{*}{Ag} = Hg_2 \underset{*}{Cl} + \underset{*}{Ag}\,Cl.$$

Sus condiciones térmicas son:

Estado inicial.

$2\,(^{*}Hg + \overset{*}{Cl}) = 2\,Hg\,Cl$ dis., desarrolla..... 59600 cal.

Estado final.

$2\,{}^{*}Hg + \overset{*}{Cl} = Hg_2\,\underset{*}{Cl}$, desarrolla	40900	
$\underset{*}{Ag} + \overset{*}{Cl} = \underset{*}{Ag}\,Cl$, idem.....	29200	70100 „
Diferencia.....		10500 cal.

Por consiguiente es natural que esta reaccion sea más enérgica que las dos anteriores. En el experimento hecho por Mr. Tookey, en el laboratorio del Dr. Percy, la reaccion fué completa al cabo de seis meses.

FORMACION DEL CLORURO POR LA ACCION DE DIFERENTES AGENTES SOBRE EL SULFURO DE PLATA.

Accion del cloruro de sodio.—El Dr. Percy investigó experimentalmente si el cloruro sódico, en presencia del agua y el aire ejerce alguna accion sobre el sulfuro argéntico. El resultado fué enteramente negativo, lo cual era de preveerse por ser de 96200 calorías el calor de formacion del cloruro de sodio disuelto, siendo solamente de 29200 el del cloruro de plata sólido.

Accion del cloruro de cobre, en presencia del aire y el agua.—Se mezcló sulfuro argéntico húmedo con una solucion de cloruro cúprico, en el laboratorio del Dr. Percy. Cuando algun tiempo despues fué examinada la mezcla, todavía habia en ella cloruro de cobre, habiendo además un depósito abundante de color verde claro, mezclado de partículas de sulfuro de plata. Se puso la mezcla sobre un filtro, y agregando al licor filtrado nitrato de barita, se produjo un ligero precipitado. El resíduo de la filtracion primera se lavó con agua, y se le agregó amoniaco, dejándolo uno ó dos minutos y filtrando en seguida. El licor filtrado era azul oscuro y el resíduo negruzco, pues el depósito verde se habia disuelto totalmente. Se neutralizó el licor con ácido nítrico, obteniéndose un precipitado voluminoso de cloruro de plata. Se comprobó además claramente la presencia del azufre libre en el precipitado remanente.

La existencia de esa accion clorurante del cloruro cúprico habia sido objeto de prolongadas discusiones, en las que se aducian muy diversas opiniones; pero el detallado y cuidadoso experimento del Dr. Percy es enteramente concluyente.

El Dr. Percy hizo otro experimento consistente en hervir durante unas cinco horas el sulfuro de plata con una solucion de cloruro de cobre, obteniendo la conversion en cloruro de las tres cuartas partes del sulfuro empleado. En este segundo experimento no desempeñó papel esencial el oxígeno atmosférico, pudiendo admitirse que la reaccion efectuada fué:

$$2\ Cu\ Cl\ dis. + Ag\ S = Cu_2\ Cl + Ag\ Cl + S,$$

las condiciones térmicas de la cual son las siguientes:

Estado inicial.

$2\ (Cu + Cl) = 2\ Cu\ Cl$ dis., desarrolla.....	62600 cal.
$Ag + S = Ag\ S$, idem.....	1500 „
	64100 cal.

Estado final.

$2\,Cu + Cl = Cu_2\,Cl$, desarrolla.....	35600	
$Ag + Cl = Ag\,Cl$, idem	29200	64800 cal.
Diferencia.....		700 cal.

El calor de la reaccion, supuesta á 15° C, que es la temperatura á que se refieren las determinaciones de los calores de formacion, seria solamente de 700 calorías. Probablemente los incrementos de esos calores de formacion á la temperatura de la ebullicion son tales, que permiten que sea mayor la cantidad de calor que esa reaccion desarrolla. Al intervenir el oxígeno atmosférico, la suma de los calores de formacion de los compuestos que se encuentran en el estado inicial permanece la misma, y el calor de formacion de los cuerpos que hay en el estado final se encuentra aumentado por el paso del cloruro cuproso al estado de oxicloruro de cobre, y tambien por la formacion de pequeña cantidad de ácido sulfúrico por oxidacion de una parte del azufre.

Sin tomar en cuenta la formacion de ácido sulfúrico, y suponiendo completa la reaccion á 15° C, podemos considerar para formar alguna idea aproximada de sus circunstancias térmicas, que se verifica conforme á la fórmula:

$$8\,Cu\,Cl\ dis. + 6\,Ag\,S + 8\,H\,O + 6\,\dot{O} = 6\,Ag\,Cl + 6\,S + 2\,(Cu\,Cl, 3\,Cu\,O, 4\,H\,O),$$

advirtiendo que se requieren algunos experimentos cuantitativos para adquirir alguna certidumbre acerca de la fórmula que debe expresar esa reaccion.

Advirtiendo provisionalmente la que he indicado, las condiciones térmicas de tal reaccion serian:

Estado inicial.

8 (Cu + Cl) = 8 Cu Cl dis., desarrolla.....	250400 cal.
6 (Ag + S) = 6 Ag S, idem.....	9000 „
8 (H + O) = 8 *H O, idem.....	276000 „
	535400 cal.

Estado final.

6 (Ag + Cl) = 6 Ag Cl, desarrolla.....	175200	
2 (Cu + Cl) = 2 Cu Cl, idem.....	51600	
6 (Cu + O) = 6 Cu O, idem.....	115200	
8 (H + O) = 8 *H O, idem.....	276000	
2 (Cu Cl + 3 Cu O + 4 *H O) = Oxicloruro sólido, idem.....	23000	641000 „
Diferencia.....		105600 cal.

Por consiguiente, el calor desarrollado por la trasformacion completa de un equivalente de sulfuro de plata seria de 17600 calorías. Esta cantidad es relativamente considerable, y aunque la reaccion no tenga lugar precisamente segun la fórmula indicada, se comprende desde luego que la intervencion del oxígeno atmosférico en ella es de importancia y debe serlo igualmente en las análogas aunque más complejas reacciones del beneficio de patio, sirviendo la trasformacion del subcloruro en oxicloruro de cobre para determinar las reacciones, para que sean éstas ménos lentas y mas completas, aun cuando no se asigne importancia esencial á los otros fenómenos simultáneos de oxidacion, que requieren evidentemente nuevos y detenidos estudios experimentales.

Desde luego indicaré que el estudio termoquímico de las reacciones del beneficio de patio me ha hecho opinar que la hipótesis de la cloruracion del metal con separacion de azufre libre,

formacion simultánea de oxicloruro de cobre, oxidacion de parte del azufre separado y reduccion del cloruro argéntico formado por el mercurio pasando éste al estado de subcloruro, es la más probable de las teorías que han sido propuestas para explicar esta operacion industrial tan importante.

En otra memoria me ocuparé del exámen comparativo, bajo el punto de vista termoquímico, de esas diferentes teorías, pues por ahora me parece que el estudio aislado de las reacciones puede servir para dar una idea clara de la manera como me he propuesto explicar las modernas doctrinas termoquímicas á las teorías relativas á la operacion industrial que tiene más importancia en la República. Advertiré que mis anteriores opiniones eran en contra de la cloruracion; pero quien desea conocer la verdad en cualquier problema, puede á menudo modificar sus anteriores convicciones, siempre que á ello lo lleve el razonamiento.

Haré de paso una observacion importante que me ha ocurrido durante el curso de estas investigaciones, y que destruye probablemente la principal de las objeciones hechas por algunos sabios en diferentes épocas á la teoría de la cloruracion. Consiste esa objecion en que, si durante el curso de la amalgamacion en el patio se toma un poco de mineral de una torta y se le agrega amoniaco, se filtra y se añade ácido nítrico: *no se obtiene* precipitado de cloruro argéntico. Este fenómeno notable, que constituye á primera vista invencible argumento en contra de la teoría de la cloruracion de la plata en el beneficio de patio, lo atribuyo á las siguientes causas:

En primer lugar, puede coexistir en la torta durante la marcha del beneficio, con el cloruro de plata, el subcloruro de cobre formado por la accion del cloruro cúprico sobre el sulfuro argéntico. En tal caso, demuestra la experiencia que soluciones amoniacales de cloruros cuproso y argéntico, reaccionan instantáneamente con depósito de plata metálica y produccion de cloruro cúprico. Esa reduccion se verifica solamente en solucion amoniacal, no teniendo lugar en solucion salina, como lo ha comprobado experimentalmente el Dr. Percy: fenómeno que explicará probablemente la termoquímica, cuando se cuente con los datos numéricos experimentales indispensables para ello.

En segundo lugar, debe tenerse presente que á medida que la

plata se clorura, es natural que el cloruro formado vaya siendo reducido por el mercurio allí presente, de tal suerte; que en un momento dado no es considerable y sí pequeña la cantidad de cloruro libre que puede haber en una parte cualquiera de la torta.

En tercer lugar, en presencia del amoniaco, el cloruro de plata reacciona sobre los sulfuros de plomo y zinc, cuasi siempre presentes en las menas argentíferas en fuertes proporciones, siendo la reaccion rápida y con formacion de sulfuro argéntico. Percy se ocupó en prolijas investigaciones sobre la accion de los agentes clorurantes sobre los minerales que acompañan á los compuestos de plata en las menas de este metal, y en alguna otra memoria me ocuparé del análisis termoquímico de esas acciones.

Para no prolongar demasiado esta memoria, ocupándome de la accion de otros agentes, me limitaré por hoy á reasumir para terminar, los resultados obtenidos por Percy, como consecuencia de sus experimentos sobre la formacion del cloruro, partiendo del sulfuro de plata.

I. El cloruro de sodio, en presencia del agua y el aire, á la temperatura ordinaria, no ejerce accion alguna.

II. El cloruro cúprico, en presencia del agua y el aire, á la temperatura ordinaria, ataca al sulfuro de plata, formando cloruro argéntico y subcloruro de cobre, y separándose azufre. El subcloruro se trasforma en oxicloruro de cobre, y se forma una pequeña cantidad de ácido sulfúrico.

III. Cuando se hace hervir el sulfuro con una solucion acuosa concentrada de cloruro de cobre, se forma rápidamente cloruro de plata.

IV. Cuando se repite el anterior experimento, haciendo pasar á la vez una corriente de aire, se forma cloruro de plata con la misma rapidez, y se forma una pequeña cantidad de ácido sulfúrico.

V. Cuando se hierven sulfuro de plata y cloruro cuproso con agua pura, al través de la cual se hace pasar aire, se forma solamente una cantidad ligera de cloruro de plata. La lentitud de esta accion se comprende por la insolubilidad de ambas sustancias.

VI. Cuando se hacen obrar los cloruros cúprico y sódico, el aire y el agua, sobre el sulfuro, á la temperatura ordinaria, se forma cloruro de plata y el azufre queda en libertad.

VII. La misma accion se verifica si, en las mismas circunstancias, se emplea el cloruro cuproso en vez del cúprico. La facilidad de esta reaccion contrasta con la lentitud de la V, y se debe seguramente á la solubilidad del subcloruro de cobre en el agua salada.

VIII. El mismo efecto se obtiene por la accion del sulfato cúprico, el cloruro de sodio, el agua y el aire. Se forman cloruro de cobre y sulfato de sosa y la primera sal obra como se indicó en VI.

IX. El sulfato férrico en presencia del agua y el cloruro de sodio, acciona á la temperatura ordinaria, con formacion de cloruro de plata.

X. La reaccion anterior se verifica, intervenga ó no el aire; pero si se emplea el sulfato ferroso en vez del férrico, no se forma ningun cloruro argéntico si no es con intervencion del aire al mismo tiempo.

Por las consecuencias anteriores y por las consideraciones termoquímicas que hice á propósito de la formacion del oxicloruro de cobre, se comprende la importancia de la accion oxidante del aire en la amalgamacion de la plata. Una de las observaciones que me parece interesante hacer desde luego, es que atendiendo á esa circunstancia el efecto de los repasos y el que estos aceleren la marcha del beneficio, se debe no solamente á la mezcla que

mediante ellos se hace de los materiales presentes en las tortas, sino tambien á la exposicion al aire de nuevas superficies.

Despues de estudiar experimentalmente el Dr. Percy la formacion del cloruro de plata, investigó la reduccion de este compuesto por medio de diversos agentes. En otra memoria que precederá á aquella en que me ocuparé de la discusion termoquímica de las diferentes teorías sobre la amalgamacion, trataré de la discusion termoquímica de las reacciones que determinan la reduccion del cloruro de plata, estudio que para la metalurgia de la plata puede considerarse es de la misma trascendencia que el de la formacion del cloruro.

Guadalajara, Abril 30 de 1887.

C. F. de Landero.

INFORME

Que rinde el Ingeniero de Minas que suscribe á la Compañía Minera de la "Divina Providencia" y Minas Anexas en los Placeres de Ostula.

La mina de la Providencia, en los Placeres de Ostula, al N. W. de este pequeño pueblo, en el distrito de Coalcoman, Estado de Michoacan, se encuentra situado en el lado derecho de la estrecha barranca del Agua Hedionda, la cual, con varias sinuosidades corre de N. W. á S. E., para unirse al arroyo de Huitzontla, cerca de un pequeño salto, y poco despues, á un kilómetro en la misma direccion se une al rio de Ostula, el que cuenta casi todo el año con una cantidad de agua muy suficiente que puede aprovecharse, ya sea para riego de sus muchas y pequeñas vegas, ó como fuerza motriz, eligiendo los puntos más convenientes y mediante atargeas que no serán de una gran longitud, pues el mencionado rio tiene la pendiente suficiente para permitir esta clase de tomas de agua, y se puede bien calcular que el volúmen actual de las aguas del rio se puede apreciar en dos metros cúbicos por segundo.

La topografía del terreno nos manifiesta que está formado por los ramales de la serranía de Aquila que corre de N. E. á S. W., y sus pequeños ramales ó contrafuertes se dirigen al S.E., formando con sus pliegues los cauces de los pequeños afluentes del rio de Ostula, con declive general hácia el Sur, para encontrarse y unirse á los que bajan del cerro de Mantzirán y aun del Cerro Verde, que se encuentran cerca de Ostula, el primero hácia el Poniente

y el segundo hácia el S.E., aumentando con su pequeño contingente las aguas del rio de Ostula, ya cerca de su desembocadura en el mar.

El lado de la cañada del Agua Hedionda, donde se halla la mina de la Providencia, es más elevado que el lado oriental que podemos llamar del Porvenir, por encontrarse en él la nueva mina de este nombre y las casas, ó sea la hacienda de la Providencia, que está situada en una meseta á 1½ kilómetros de la mina del mismo nombre, y á unos 300 metros al N. E. está colocada la oficina de beneficio, compuesta hasta ahora de unas tres *tahonas* ó *arrastres*, un lamero y un pequeño patio de repaso, que tendrá unos cuarenta metros cuadrados de superficie, y ocupa ó aprovecha para sus manipulaciones el agua que nace, á unos 600 metros, en el potrerito que está al N. de la casa, y corre dentro de la misma cañada del Agua Hedionda, casi permanente todo el año; así es que, de la mina de Providencia á su oficina de beneficio, hay una distancia cuando más de dos kilómetros de un camino de herradura, poco fragoso, que puede usarse en todos tiempos y cuenta con el agua suficiente que no llega á faltarle en ninguna época del año.

Pueden dar una mediana idea de la topografía del terreno de que nos ocupamos, los adjuntos cróquis, de los cuales uno abarca ó representa una extension de casi 100 leguas cuadradas (fig. 1ª), y el otro la centésima parte, cada uno de ellos con el objeto de aclarar ó explicar la descripcion á que se refiere; el de mayor extension nos servirá para formar una idea del distrito mineral, y el segundo para señalar la parte explotada por la actual Compañía, la cual se puede considerar como la descubridora ó restauradora de los tiempos modernos, pues de trabajos antiguos ó de tiempo inmemorial hay rastros en casi todos los arroyos, indicando que los trabajos de entónces se hacian más bien como de placeres, que por excavaciones en las vetas ó criaderos, y al examinar el cróquis relativo se puede echar de ver la muy pequeña parte del criadero que se ha explotado hácia el N. de las pertenencias.

La negociacion de la Providencia se compone actualmente de una cuadra que tiene cuatro pertenencias, contando, por lo mismo, con 800 metros de largo de N. á S. y 300 metros de ancho de O. á P., de la manera que indica el adjunto cróquis (fig. 2ª), en

el cual están señaladas las seis mojoneras que la limitan; y desde la segunda dí principio á la medida que practiqué, con el fin de relacionar ó referir los puntos actuales de explotacion, y por dicha medida se ven las distancias á que se encuentran las bocas de la Providencia, la Reforma y el Mirador, y de esta inspeccion resulta que la primera se halla á una distancia horizontal de la segunda mojonera de 100 metros; la Reforma de la Providencia á 55 metros, y el Mirador dista de la Reforma 35 metros; y como las labores antiguas de la Providencia no parecen muy avanzadas hácia el N., podemos casi asegurar que las vetas de estas minas no están registradas ó reconocidas al rumbo, más que unos 100 metros contados desde el Mirador á la Providencia.

Respecto al echado ó hácia la profundidad, vemos que los planes de la Providencia apénas alcanzan una profundidad vertical de 23 metros; los planes de la Reforma apénas llegan al nivel de la boca de Providencia, y el plan del pozo del Mirador todavía no llega al nivel de la boca de la Reforma; así, pues, contando del nivel de la boca del Mirador al plan del pozo de la Abundancia, en Providencia encontramos que lo más que se han explorado al echado estas vetas, son 73 metros, ó más bien dicho, sólo 23 metros más abajo de la boca de Providencia, que en verdad es una distancia demasiado pequeña para un criadero ó distrito tan poco conocido.

Las vetas ó hilos metálicos en todas estas minas, puede asignárseles un rumbo general de N. á S., con su echado al P., con algunos cambios muy notables en su rumbo y echado, pues tenemos que:

En el cañon del Consuelo en la mina de Providencia:

Rumbo N. S.

Echado al P. á 1 metro vertical corresponden de retiro 60 centímetros.

En la Reforma, rumbo N. W. 60°:

Echado al S. E. 30° con 70° de inclinacion.

Ancho del hilo metálico de 80 centímetros á 1 metro.

En el Mirador, rumbo N.S.:

Echado al P.

Ancho del hilo de 1 á 1½ metros.

En la Aparecida, que es una cata nueva que se halla situada en el mismo arroyo, en la ribera derecha á poco más de 100 metros, al O. de la cuadra de Providencia:

El rumbo de la veta es de S. W. 10°.
Echado al O.
Ancho de la veta de 80 centímetros á 1 metro.

Esta última parece ser otra veta distinta de la de la Providencia, por la gran distancia á que se encuentra de ella, y más aún por tener su echado al contrario; pero su naturaleza parece ser la misma que la de Providencia, y podemos asegurar que si no es la misma veta, por lo ménos pertenece al mismo sistema. (Esta mina es un denuncio nuevo que formará despues otras pertenencias, que no está comprendida en "La Compañía Minera de la Providencia y Minas Anexas," pero que hago mencion de ella por la relacion que puede tener con la region minera de que nos ocupamos.

Tambien podemos manifestar aquí que en una cañada estrecha que corre al N. E., 35° con ascenso al S. E., llamada de Los Desmontes, teniendo hácia este mismo rumbo el cerro de Mantzirán, siendo tributaria de la barranca del Cuajiotal, y que corre de N. W. 60° á S. E., 60°; á la derecha del arroyo pasa el camino para Coahuayana, y á la izquierda, que es más escarpada, está un elevado creston de brecha caliza muy compacta y dura, casi vertical; y al bajo de él hay unas tierras calizas arcillosas del mismo aspecto de la que se ha encontrado en los hilos metálicos de Providencia, y habiéndose escarbado en dos puntos poco distantes, se hizo tentadura, y las tierras y polvillos que resultaron están marcados en la coleccion de muestras con el núm. 20. Este es tambien otro negocio distinto que se halla á 5 kilómetros al S. de Providencia, y que como punto recientemente descubierto, puede ser motivo de nuevo denuncio y podrá formarse otro negocio distinto, pero que se relaciona con esta descripcion por la semejanza ó casi identidad que tiene con las tierras auríferas que forman el objeto principal de la explotacion de este criadero.

Fig 1ª
COLIMA
JALISCO
MICHOACAN
Colima
Tecomán
Manzanillo
Boca de Pascuales
Boca de Cuyutlan
Fig 2ª
Plano
1ª Mojonera
2ª Providencia
3ª Lindaveta
4ª Reforma
5ª Mirador
Perfil.
Fig 3ª
Fig 4ª
Calcita compacta 1m
Pizarra
Labor de la Abundancia, Alma de Providencia
Relacion 1:1,000
1 y 5 pizarra
2 y 4 caliza compacta
3 caliza, espato calizo amarillento
Seccion trasversal en la Beta de Providencia en direccion a b

I.

La naturaleza geológica del terreno en que se halla el mineral de Providencia, puede referirse á la época de transicion ó metamórfica, pues que en los puntos bajos y en el fondo de los arroyos asoman grandes masas de roca verde, y masas sueltas redondeadas se ven allí mismo; y en menor cantidad tambien se ven piedras rodadas de sienita. Sobre la roca verde, en la parte oriental de las cuchillas, se encuentran grandes masas de pizarra en lajas muy gruesas, y en otras partes sumamente delgadas y muy contorneadas en diferentes sentidos, como puede verse en la mina del Porvenir, siguiendo, cuando no hay irregularidad, una direccion N. W. á S. E., como se puede ver en el rio de Ostula 2½ kilómetros al Oriente de la Providencia, que en este punto corre casi de N. á S. Sobre estas pizarras se halla la caliza apizarrada de un gris azulado oscuro con finas venas muy marcadas de espato calizo formando un mármol, y esta roca es la que forma el armazon ó parte principal de los ramales y contrafuertes de esta serranía, teniendo en algunos puntos una estratificacion casi concordante con las pizarras. Esta formacion es extiende hácia el Occidente hasta la cumbre del Ciruelo, que tiene una altura média por donde pasa el camino, de 610 metros, aunque ya en las inmediaciones de este cerro, ó sea desde la barranca del Tomen, disminuye el espesor de estas pizarras, y entre éstas y la roca verde aparece la vacia gris. Al P. de este cerro del Ciruelo, la pendiente es más rápida hácia el valle de Coahuayana.

La vega ó plan de Coahuayana, con una longitud de N. á S. en direccion del rio del mismo nombre, de 16 leguas y teniendo de ancho 8 leguas de O. á P., posee una espesa y riquísima capa de tierra vegetal en ambas márgenes del rio, en las que se encuentran Chiquihuitlan á la derecha y Coahuayana á la izquierda, uno frente al otro, y cuyos pueblos se ocupan en las siembras de algodon: este trabajo podria aumentarse mucho lo que quizá no se hace actualmente debido á la falta de brazos.

En la parte occidental del lado de Colima, desde el rancho de los Mezcales, aparecen las piedras calizas rodadas que algo disminuyen al pié del cerro del Reventon, en donde aparecen grandes piedras rodadas de basalto, que forman la totalidad de este cerro que, aislado en su mayor parte, se une al N. E. con las otras lomas que vienen del N., y en la cúspide de dicho cerro se advierten unas vetas casi verticales, muy blancas, que indican ser calizas. Cerca de Tamala é Ixtlahuacan disminuyen y aun desaparecen los basaltos, y comienza á asomar la roca verde y aun algunas pequeñas masas de vacia gris.

Cerca de la boca de Providencia están muy marcadas las pizarras corriendo casi de N. á S. y con su recuesto al P., entre ellas hay unas tres capas calizas formando una veta con estratificacion casi concordante, que juntas tendrán unos 16 metros de ancho, segun se ve (fig. 3ª) en el cróquis; la capa superior compuesta de caliza compacta marmórea, de color gris azuloso oscuro, de 5 metros de espesor hácia el alto, y otra, de la misma naturaleza, hácia el bajo que tendrá tres metros de grueso, y en medio de ellas está la caliza compacta, más ó ménos relizienta de color claro, y compuesta de hilos más ó ménos anchos de espato calizo y de aragonita, que tendrá unos 10 metros de ancho, y tanto al alto como al bajo de este cuerpo medio se hallan los hilos metálicos de matriz caliza, en la que hay diseminados hematita parda, pirita y fragmentos calizos con algo de arcilla ferruginosa, en donde se abrió la mina de la Providencia; variando en anchura los hilos metálicos de 30 á 70 centímetros, que parecian converger hácia la profundidad; pero al poco cuele se notó que el cuerpo del alto se manteaba, y se siguió de crucero hácia el P.; como se puede ver en el Ciclon y el Peregrino, volviendo despues á pararse ó clavarse la veta, como puede verse en la Abundancia; por cuya razon es necesario buscar los hilos metálicos conforme se van presentando, con todas sus variaciones al rumbo y al echado, como sucede generalmente con todos los terrenos de la formacion caliza y más particularmente con las dolomías que aparecen en los terrenos metamórficos ó de transicion.

El oro se encuentra más generalmente diseminado en los hilos ó venas de caliza fragmenticia, acompañado del hierro pardo, y algunas veces afectando el aspecto de brecha compuesta de frag-

mentos de caliza, feldespato descompuesto, hierro pardo y algo de cuarzo, aunque éste en muy pequeña cantidad, y tambien se suele hallar el cuarzo en hilos de un ancho de 20 centímetros, pero de muy corta extension, como puede verse en la muestra núm. 15, siendo bastante raro; y el oro casi siempre tiene por matriz ó ganga la caliza compacta, las tierras calizas con algo de arcilla, y tambien se encuentra en una toba caliza (tepetate) de cuyos ejemplares tiene hermosas muestras la Compañía, y como acompañantes inseparables del oro la hematita y algunas piritas bien marcadas, aunque otras están ya en epijenia ó trasmutados en hierro pardo, conservando su cristalizacion cúbica más ó ménos, modificada, y que en estos distritos llaman *esmeraldas.*

La longitud total de los labrados de la mina de Providencia, serán 150 metros al rumbo y al echado hasta ahora, practicados en dos de los cuerpos ó vetas, y en una distancia en verdad pequeña, y se han alcanzado ya cuatro bolas ú ojos ricos, que han producido la principal cantidad del oro que se ha obtenido en los puntos del Peregrino, el Crucero Rico, la Riqueza y la Abundancia, todos éstos en la extension dicha y en ménos de 18 meses de explotacion, y no habiendo pasado más de 50 metros sin alcanzar metal muy costeable, prueba de la bondad del criadero y en corroboracion de lo que sucede en general en casi todas las minas, principalmente en las vetas que tienen metales nativos como la plata y el oro que nunca llegan á ser un hilo constante y corrido con uniformidad en el ancho y direccion, sino con ojos ó depósitos que se repiten á trechos más ó ménos distantes, manifestándose este fenómeno más particularmente en los yacimientos de oro por la rareza y valor de este metal.

La brecha caliza y de hierro pardo, cuyo ancho no ha sido de consideracion en la mina de Providencia, pero que ya ha dado algun oro, es muy abundante y gruesa en la nueva mina del Porvenir, aunque aquí parece destituida hasta ahora de la presencia del oro, pues las tentaduras hechas no acusan ni rastros de este metal, y sólo se ve una bonita muestra de brecha caliza, cuyos fragmentos no muy agudos contienen cristales de espato calizo, epigenia de hierro pardo y unos pequeños cristales de siderosa ó carbonato de fierro.

En la corta extension que hasta hoy tienen las labores de la

mina de la Providencia, se ha podido observar algo de la naturaleza y accidentes de este criadero; tambien podemos contar con un indicio muy seguro, aunque más ó ménos lejano de la importancia de este Distrito mineral, en los rastros de las excavaciones que hicieron los antiguos, buscando el oro en los placeres de los arroyos, cuya clase de trabajos dió quizá orígen al nombre de la localidad (Placeres de Ostula), y para cerciorarme mandé sacar tierras del arroyo en dos puntos diferentes, uno al N. y otro al S., el primero dió algunos indicios de oro hasta suponerle un adarme por carga, y las segundas apénas dieron vestigios, por lo cual considero, que alguna vez puedan ser estos placeres objeto de explotacion costeable, cuando se hagan á los aparatos metalúrgicos las reformas necesarias, y no es dudoso que los placeres de estos arroyos puedan dar en lo futuro una cantidad de oro de consideracion.

Las regiones auríferas más célebres, California, Australia y Rusia, han sido primero explotados los placeres y despues se ha buscado el oro en las vetas y en las alturas. En California se han encontrado las chispas y pepitas de oro sueltas ó adheridas al cuarzo, y los aluviones auríferos de esta region, ofrecen caracteres diferentes segun los valles y las alturas donde se les observa, y se pueden referir á tres épocas distintas: unos anteriores á ciertos terrenos terciarios; otros contemporáneos y los otros posteriores, y éstos consisten en arcillas imperfectamente apizarradas, y por lo mismo anuncian no solamente que existen terrenos distintos ó diferentes, sino que las venas de oro no ofrecen exactamente las mismas condiciones de edad y de formacion.

Los aluviones auríferos de Australia abundan siempre en arenas (variedades de sílice) manifestando siempre un orígen comun, que consiste en la destruccion ó alteracion de las vetas de oro por fenómenos diluvianos, y el mejor criadero del oro se encuentra al Oeste de las montañas y los más ricos están en los pequeños valles tributarios de los grandes rios.

Los de Rusia revelan una semejanza de orígen con los anteriores, abundando las arenas cuarcíferas en los dos distritos principales, que son la cadena de Urales y en el de las montañas de Altai.

En la Providencia y en los Placeres de Ostula, la matriz es

esencialmente caliza, sin faltar, aunque en pequeña cantidad, el cuarzo en lo que se distingue esencialmente de los aluviones anteriores, y tanto en éstos como en los que hemos mencionado ántes, no hallándose el oro íntimamente diseminado en la matriz sino más bien en chapas ó pegaduras, tienen poca cohesion, y por lo mismo, arrancadas por el agua y la intemperie, son arrastradas por las corrientes al lecho de los arroyos, depositándose segun su densidad y tamaño; y como todavía en las calizas es menor la adherencia, es muy fundado suponer que el oro se encuentra en los arroyos, y de consiguiente debe buscársele como en placeres, pero con la debida prudencia y circunspeccion, para que la empresa acometida pueda tener todas las probabilidades de buen éxito.

Con la anterior descripcion pretendo haber dado una idea de la topografía y geología de la region que se está explotando y creo con ella haber dado cumplimiento á la cuarta de las instrucciones que me demarcó el Sr. D. Christian Flor, presidente de "La Compañía Minera de la Providencia y Minas Anexas," ratificadas despues por los demas miembros de la Junta Directiva, acompañando los cróquis adjuntos y la medida practicada que ya indiqué, no pareciéndome indispensable el hacer otras medidas por no tener objeto bien marcado, ni haber cuestion pendiente que reclamara la urgencia de otra medida. Paso, pues, á dar razon de los demas puntos que contienen las instrucciones.

II.

Examinadas una por una todas las labores que tiene la mina de la Providencia, incluyendo tambien las obras separadas de la Reforma y el Mirador, así como la de la Aparecida que está fuera de las pertenencias, he encontrado en ellas, cumplidos ó satisfechos los requisitos que impone el Código de Minería, en el título VI, artículos 119 y 120, en sus fracciones 1ª hasta la 5ª, no habiendo lugar á la 6ª porque las minas ó labrados no necesitan desagüe. Se tiene seguridad, ventilacion, camino amplio y fácil con sus correspondientes escaleras de buena madera para el tránsito de los operarios, puestos en los lugares en que la montaña ó

la veta ofrecen alguna falsedad los ademes necesarios, para evitar una desgracia ó interceptacion del tránsito, y aun podrá ser que haya habido exceso de precaucion, pues las portadas ó marcos del ademe están muy cercanos.

Pudiera notarse alguna irregularidad en la direccion de los pozos y cañones; pero hay que tener en cuenta que las mismas vetas presentan esta irregularidad al rumbo y al echado, y es preciso seguirlas en estos cambios para evitar el dar grandes dimensiones á los labrados que harian, por consiguiente, más costosa la explotacion, y más aún teniendo que hacer obras muertas de exploracion; por lo mismo, insisto en decir que el director ha cumplido en lo que de él depende con los arts. 119 y 120 del Código.

Una vez que los labrados lleguen á la profundidad de 30 metros, será conveniente hacer un cañon de guía, al cual se puedan subordinar los futuros labrados con la debida regularidad que permita conservar la buena ventilacion que hoy disfruta, y establecer el desagüe en caso necesario.

III.

Manifestando mi opinion sobre los trabajos hasta ahora emprendidos, puedo decir en general, que en toda mina miéntras sea posible, es bueno llevar labrados en disfrute y en obra muerta ó de exploracion; de consiguiente, teniendo ya en la Providencia el conocimiento de que los ojos ó clavos se hallan desde la superficie, fué bueno el acometer los labrados del Mirador y de la Reforma con poco *pueble*, para seguir explorando el sur de la Veta; pero que habiendo alcanzado el ojo rico de metal de la Abundancia que duró poco, es necesario continuar cerca de este punto en busca de la prolongacion del mismo hilo ó de algun otro que pueda aparecer, y sirve tambien para explorar la veta hácia el Norte, sacando el puro metal que aun queda en las pegaduras y para reconocer el hilo que se ha cargado al bajo, que, aunque muy angosto en la actualidad, podrá ensancharse más adelante ó

tambien seguir el hilo del alto, si el primero se ciñe del todo, sacando miéntras sea costeable el poco metal que aun queda en el hilo del bajo, como se ha hecho en la presente semana (del 20 al 27 de Marzo), pues el pozo de la Abundancia se encuentra actualmente tapado con escombros (fig. 4ª); pero podrá alcanzarse su continuacion por abajo, y por lo mismo, insisto en recomendar se continúe trabajando cerca de la Abundancia como uno de los puntos de más interes en la actualidad.

Respecto á la exploracion al Sur de la veta, se puede hacer, ya sea por el Mirador ó la Reforma, procurando en cuanto sea posible, con la más prudente economía, por medio de barreteros que trabajen por cuenta de hacienda, ó por medio de buscones ó partidarios á quienes se pueda ayudar de alguna manera en sus gastos, miéntras alcanzan algun metal con que puedan pagar.

IV.

A mi llegada á la mina de Providencia he tenido ocasion de ver pesar una pieza de oro que tenia nueve onzas tres ochavas, que provino de unas trescientas cargas de metal; de consiguiente, la ley media de este metal fué de medio adarme por carga, que apénas costea los gastos de sencillo beneficio, pero que indudablemente no cubre los gastos de explotacion y beneficio. Tambien se lavaron en estos dias las lamas depositadas en el *lamero* de unas sesenta cargas y dieron cuatro adarmes de oro con un gasto de $4.12 que apénas costeó esta operacion que podrá evitarse tan luego como se reformen las tahonas ó arrastres, ó que se modifique el tren de metalurgia con el establecimiento del aparato de concentracion. Para evitar tan grandes pérdidas, creo muy necesario establecer en la boca de la mina una máquina de concentrar de Harris, cuyo costo total puesta allí, no pasaria de $150 y cuyos buenos resultados en los placeres de Calamahi han sido reconocidos por el Sr. Ingeniero de minas D. Joaquin María Ramos, Jefe de la Comision exploradora de la Baja California.

Segun los datos que me ministró la Tesorería de la negocia cion, tenemos como resultado final de la explotacion, que:

588 $\frac{1}{10}$ cargas produjeron 172 onzas ó		4,948 gms.
Con un valor de PM	.....$	4.583,33
La compañía ha gastado hasta hoy en ella	.....	4.077,72
Diferencia como sobrante	.....$	505.61

Resultado bastante lisonjero, pues que un negocio tan nuevo ha podido obtener utilidad tan pronto, cuando que la mayor parte de las empresas mineras no llegan á dar provecho sino despues de un gasto preparatorio más ó ménos necesario de 50 á 100,000 pesos.

Creo, pues, haber dado una idea del mencionado criadero aurífero en la parte topográfica geológica relativa, para lo cual me ha servido la inspeccion exterior é interior; siendo un hecho las hermosas muestras de oro que existen en poder de esa Compañía, podemos dedicarnos más en este párrafo á considerar el negocio en su parte económica ó administrativa, y podemos examinarlo bajo varios aspectos.

1º La parte de exploracion ó en obra muerta, sale muy costosa haciéndose con gente rayada ó de hacienda, y por lo mismo es preciso hacer estos trabajos de una manera más económica, interesando á los operarios para que identifiquen sus intereses con los de la negociacion, á fin de empeñarlos á que se lleven adelante las obras con las mayores economías y ventajas, para lo cual me parece muy conveniente ofrecerles *partidos, campos ó compromisos*, en determinados puntos y por tiempo limitado, aunque prorogable, dándoles desde la mitad hasta un veinteavo del oro que saquen, ayudándoles miéntras con cincuenta centavos diarios por persona, cuya deuda pagarán con la parte del oro que les corresponda. De este modo, y desde ahora, todo depende de la vigilancia y cuidado por parte del director ó minero mayor, para que examine diariamente y con la mayor frecuencia, todo el mineral que saquen, y que haga en la boca de la mina, en la planilla, todas las tentaduras ó reconocimientos para averiguar la clase de mineral que aparezca, lo califique y separe en ocho ó diez clases para su remision oportuna y clasificada á la hacienda de beneficio, para colocarla allí en su respectivo lugar, sea por su clase ó segun el interesado á quien corresponda, al cual se le pue-

de asignar su tahona en donde él y sus compañeros beneficien por separado todo el metal que saquen, aunque siempre por cuenta y bajo la direccion de la Compañía.

Este sistema de trabajo á partido, ha sido sancionado por la experiencia en más de trescientos años, en la mina de Mellado en Guanajuato, que es quizá la más antigua de la República.

Aunque el flete es barato y el metal no es duro, conviene desde luego el establecimiento del aparato de concentracion, para evitar remitir á la hacienda de beneficio, frutos de baja ley.

2º Continuando la administracion del negocio, como hasta ahora se ha hecho, ó adoptando el sistema de campos ó partidos, me parece muy necesario el poner unos arneros de tela metálica para separar el metal, pues la mayor parte de éste consiste en tierras calcáreas más ó ménos revueltas con unos fragmentos de caliza que, no siendo muy resistentes, no ofrecen dificultad para la molienda, pero que realmente la demora, pues estando la mayor parte del metal en estado pulverulento, los grandes pedazos se atascan en la masa pastosa de las tierras y tardan mucho en pulverizarse, y las piedras *voladoras ó metapiles* por mucho tiempo, no hacen más que arrastrarse sobre las lamas sin producir el efecto deseado.

3º Una vez puestos los arneros, se pueden separar por medio de ellos los metales segun su grado de division, echando lo fino ó más remolido en una tahona, los más grueso en otra, y los fragmentos grandes en otra, con cuya distribucion se puede aumentar el producto de la molienda diaria de cada tahona, en casi un cincuenta por ciento, pues ahora una tahona sólo muele seis quintales diarios en doce horas (de noche no se muele) miéntras que del modo propuesto se podrán moler diez quintales del fino, ocho del mediano y siete del grueso, lo que debe redundar en economía del beneficio.

4º En caso que se dé la mina en partidos, ó que se trabajen los placeres, habrá necesidad de aumentar otras tres tahonas ó más, pues cada partidario ó buscon debe reconocer su tahona para que muela el mineral que le corresponda, siempre bajo la direccion y vigilancia del director, para que se lleve la cuenta debida á cada uno y se pueda mantener el órden necesario. Se puede colocar tambien un quebrador ó mortero de Brake, que puede martajar

todo el metal necesario para abastecer las tahonas, con lo cual se puede aumentar en mucho el producto actual.

5º Mediante estas modificaciones, considero muy probable aumentar más del doble, el producto actual del oro, emprendiendo la explotacion ya sea en los labrados de la mina ó en los placeres, pues tanto recientemente como en tiempos anteriores, ha habido *gambuzinos* ó buscadores de oro que han sacado este metal con mucho trabajo y penalidades, que los han hecho desistir, miéntras que se animarian grandemente mediante la ayuda que la Compañía les proporcione, teniendo, por supuesto, la prudencia y precauciones convenientes, á fin de tener acierto en la eleccion de los partidarios para evitar pérdidas ó cuestiones enojosas.

6º En todo caso, el Director debe tener una vigilancia grande, y cuidar de que los *buscones* ó partidarios, trabajen en la mina con la mayor regularidad y conservando siempre la seguridad, comodidad y fácil tránsito de las labores, para dar cumplimiento á lo que previene tan expresamente el Código y que es tan fácil de llenar. Excusado me parece mencionar que la Compañía tendrá que hacer por su cuenta los gastos de fortificacion ó ademe en los puntos que lo requieran, pero cerciorándose ántes de la necesidad de ello, y advirtiendo de antemano á los operarios dónde deben colocarse y las precauciones que tienen que tomar para que, en caso de que resulte algun daño ó perjuicio, se sepa quien ha de ser el responsable.

7º Por ahora me parece conveniente que la explotacion se haga por cuenta de la hacienda, solamente en la boca de la Providencia, siguiendo en lo posible los rastros del hilo de la Abundancia, continuando más bien hácia el Norte en busca de este ojo ó de algun otro que se pueda presentar, reservando la exploracion del Mirador y de la Reforma para que se haga con los partidarios, ofreciéndoles una parte del oro que se saque, y comprometiéndose ellos á entregar á la Compañía, el que les corresponda á precio justo previamente estipulado; siendo por cuenta de los mismos partidarios todos los gastos, hasta poner el mineral al pié de los arrastres, y de allí en adelante todos los demas gastos serán por la Compañía.

Igual partido se puede ofrecer en la Aparecida, si la Compañía decide el quedarse con este nuevo negocio, el cual ofrece las mis-

mas pintas ó apariencias que las que presenta el hilo metálico del Mirador y la Reforma, notándose solamente más falsedad en los respaldos alto y bajo, cuya circunstancia quizá desaparezca á medida que cuelen ó avancen más las labores, y podrá servir esta explotacion para explorar ó reconocer las vetas que se encuentran al Oriente ó sea á la cabeza de la veta de Providencia, fuera de sus pertenencias, y la nueva cuadra, en caso de que se tome posesion, puede repegarse á la de Providencia, paralela con ella, y avanzando unos doscientos metros al Sur.

V.

La Compañía tiene en su poder muestras muy curiosas y ricas que han aparecido en los cuatro ojos ó bolas que se han disfrutado ya, y dan una idea bastante de toda la importancia que puede tener este distrito, muy especialmente de los hilos comprendidos dentro de sus pertenencias; pero por ellas malamente se debe inferir que se encuentren en una abundancia que rayaria en fabulosa, y que pueda sentarse como una regla general; por lo mismo, para poder juzgar con más acierto sobre el verdadero estado actual del negocio y de su espectativa, he reunido los veinticinco ejemplares que acompaño, de los cuales algunos contienen tambien los resíduos ó polvillos de las tentaduras hechas, por las que se ha tanteado la ley provisionalmente, con la cual, y el conocimiento de la carga que pueda extraerse semanariamente, se puedan basar los cálculos de una explotacion más en grande y provechosa que se pueda hacer, atendiendo á los pocos fondos disponibles en espera de que la Compañía se reembolse de los gastos hechos.

La adjunta coleccion comprende los ejemplares tanto de las vetas é hilos metálicos, como de las rocas de la montaña en que arman, pudiéndose notar desde luego la falta ó más bien escasez del cuarzo, que es la matriz casi constante con que aparece el oro en los demas distritos mineros de la República y del extranjero, pudiendo observar tanto en las muestras que presento, como en las que ya tiene en su poder la Compañía, las variedades de caliza que sirven de matriz al oro, desde la caliza apizarrada compac-

ta, hasta la toba caliza y brecha con tierras arcillosas, que provienen de la descomposicion del feldespato, revelando algun parecido con los metales auríferos de Australia.

			POR CARGA.
Núm	1	Metal del hilo donde terminó la Abundancia, por carga	vestigios.
	2	Metal frente al Crucero Rico	2 adarmes.
	4	Toba del Cañon del Peregrino	vestigios.
	5	Caliza al bajo de la Abundancia	,,
	6	Caliza compacta del alto de la Abundancia de donde salió metal rico	vestigios.
	9	Mina nueva de Antonio Zepeda	Nada.
	10	Polvillos que resultaron del placer del Sur del arroyo	vestigios.
	11	Tierras y polvillos que resultaron del placer del Norte del arroyo	3 adarmes.
	12	Polvillos del pozo nuevo de la Abundancia.	4 id.
	13	Polvillos del pozo abandonado de la Abundancia, arriba de la misma, cargado al bajo. [1]	24 id.
	14	Tierras y polvillos de la cabeza del pozo de la Abundancia, al bajo	48 id.
	20	Caliza del contracielo de la Abundancia, con sus polvillos	
	21	Tierras y polvillos del plan de Providencia, al bajo cerca de la Abundancia [2]	64 id.

Por esta variedad de leyes, muy natural en los metales nativos, hay que tener el mayor cuidado en su reconocimiento diario para su debida clasificacion, y poder sacar el promedio que permita una explotacion costeable, la cual depende del principal factor que es el precio de la mano de obra, y por eso vemos la gran diferencia de los resultados siguientes:

En Siberia con una ley de	0,0000020	costea.
En California id. id.	0,0000040	id.
En Australia id. id.	0,0000036	id.
En Ostula id. id.	0,0000026	id.

1 Oro 15 adarmes 76 céntimos y plata..... 0,m 12
2 Oro 182 id..... 0,m 05

Así es que contando con la cantidad de carga necesaria, puede obtenerse un resultado costeable, que cubra los gastos de explotacion y los generales que siempre representan un tanto por ciento muy fuerte en los negocios pequeños, y que disminuye á medida que desarrolla la explotacion de los lavaderos de oro.

La Compañía tiene ya conocimiento de la pureza del oro obtenido por los ensayes hechos en San Francisco, los cuales por término medio han dado una ley

De	0,995
El de California	0,911
El de Australia	0,904
El de Rusia	0,987

El exámen de las muestras recogidas por mí, darán á conocer la naturaleza de las vetas y de la montaña en que arman, y respecto al ancho y rumbo de las vetas metálicas, hemos hecho mencion de estos elementos al hacer la descripcion del terreno, con cuyos datos se puede tener una idea general del negocio en su estado actual de explotacion, pues que la vista sola de las muestras escogidas que existen en poder de la Compañía, servirán para dar á conocer de lo que es capaz de producir este distrito; y las traidas por mí, demuestran el estado actual, comun y corriente, sin alucinacion ninguna; y las muestras, números 14 y 21, pueden recomendar su procedencia é indicar el desarrollo que es preciso dar á la explotacion para continuarla con todo el impulso que su importancia merece.

VI.

Las pertenencias de la Mina de Providencia, teniendo una extension de 800 metros de largo de N. á S., y 300 metros de ancho de O. á P., dan una superficie muy suficiente para la inversion de un gran capital, desarrollando la explotacion al grado que convenga mediante una prudente direccion, y como la region aurífera de este distrito presenta con frecuencia puntos más ó

ménos convenientes, es bueno reconocerlos, y en tal caso me parece conveniente la adquisicion y explotacion de la Aparecida con la cual hay derecho á obtener otra cuadra igual á la de la Providencia; lo mismo podemos decir respecto al nuevo descubrimiento de D. Antonio Zepeda, con las mismas probabilidades que en la Aparecida, subordinando siempre la exploracion y explotacion de estos nuevos negocios á la principal de Providencia, contando siempre con que haya el capital suficiente para no emprender trabajos nuevos con perjuicio de otros de más interes; pero si no es posible preparar un capital siquiera de 100,000 pesos, es más prudente y seguro dedicar toda la atencion y el fondo disponible á la negociacion de Providencia, cuyas circunstancias están ya más conocidas.

VII.

Concluido el informe segun las instrucciones recibidas en los párrafos anteriores, me parece conveniente agregar por mi parte algunas consideraciones generales, que puedan contribuir al mejor conocimiento de aquella localidad, para que ya sea la Compañía formada por ustedes ó cualquiera otra, pueda emprender la explotacion de aquella region y casi de todo el distrito de Coalcoman, que ya dió á conocer el inteligente y malogrado ingeniero de minas, D. Manuel de Anda, en un informe rendido á la Secretaría de Fomento en 16 de Julio de 1883.

Los placeres de Ostula, del Santo Niño, los Llanitos y Motines del Oro, se encuentran en el distrito de Coalcoman, al Sur de Michoacan, en la parte del Estado mucho ménos poblada, condiciones que pueden dificultar á lo pronto grandes empresas, pues los habitantes de aquellas pequeñas poblaciones no se dedican á la minería; pero tratándolos con la debida consideracion, se prestan de buena voluntad á esta clase de ocupaciones que les pueden proporcionar un jornal más elevado que el que disfrutan en sus trabajos agrícolas.

Se cuenta en aquellos puntos con el agua buena y suficiente para las necesidades de las nacientes poblaciones, sin mucho gas-

to de abastecimiento, y tambien es bastante para las oficinas de metalurgia en los puntos más adecuados, á fin de que sirva de motor y para las manipulaciones variadas que ellas requieren, y aun servir tambien para riegos de huertas y plantaciones que aumentarán en razon directa del consumo que puedan tener con el exceso de poblacion.

Tan abundante este distrito de Coalcoman en criaderos metálicos, como en una rica vegetacion, se encuentra en todos los alrededores de Ostula una variada multitud de maderas de construccion, que pueden proporcionar á muy bajo precio toda clase de piezas y todo el combustible que sea necesario, durante muchos años, de una activa explotacion, y aun las semillas necesarias para el consumo de personas y animales, pueden ser abundantes, pues el maíz vendido al menudeo en la mina, se consigue á $ 1.50 la fanega, y abundando tambien el ganado, se consigue la carne actualmente al menudeo á $ 1.50 arroba.

Las poblaciones indígenas más cercanas á la mina de Providencia, son: Ostula, Huitzontla, Aquila y Cofradía, de las que la más poblada es Ostula, y cuenta unos 600 habitantes.

Las poblaciones de más importancia, aunque más lejanas, son Coalcoman y Coahuayana; los caminos de herradura en general, son bastante ásperos y malos, pero que no demandan un gran gasto para hacerlos más fáciles, á fin de que llenen las necesidades de las empresas mineras, muchas de las cuales en nuestro país, se encuentran en peores condiciones que las que rodean á los Placeres de Ostula. El puerto de Bucería y el de Maruata, de muy poca importancia para un gran movimiento mercantil, pueden muy bien servir para el abastecimiento de las empresas mineras que se establezcan, ya sea para surtirlas de efectos y maquinaria ó para la exportacion de los metales.

LOCALIDADES.		DISTANCIAS.		POBLACION.
De la mina á	Ostula	2½ horas.	16 kilóms.	600 habitantes.
,, ,, ,, ,,	Huizontla	1½ ,,	12 ,,	300 ,,
,, ,, ,, ,,	Aquila	3 ,,	20 ,,	400 ,,
,, ,, ,, ,,	Cofradía	0½ ,,	3 ,,	150 ,,
,, ,, ,, ,,	Coalcoman	20 ,,	100 ,,	4,500 ,,
,, ,, ,, ,,	Coahuayana	10 ,,	60 ,,	800 ,,
,, ,, ,, ,,	Bucería	7 ,,	50 ,,	

Para concluir, desearia que el presente informe llenara los deseos de vd., para corresponder debidamente al honor que se me hizo al confiárseme este reconocimiento.

Protesto á vd. mi consideracion y aprecio.

Colima, Marzo 31 de 1887.

JUAN IGNACIO MATUTE.

Señor Presidente de la Compañía de la mina "Providencia" y Minas anexas.—Presente.

ÍNDICE DEL TOMO VIII.

Págs.

Ferrocarril de México á Túxpam..... 5

Vegetacion espontánea y repoblacion de los Médanos de la zona litoral de Veracruz, por el ingeniero agrónomo Ignacio Ochoa Villagómez... 35

Estudio de las mareas del puerto de Veracruz..... 53

Informe relativo á los trabajos ejecutados por la Comision exploradora de la Baja California el año de 1884. Presentado á la Secretaría de Fomento por el Ingeniero de minas Joaquin M. Ramos, jefe de la expresada Comision..... 117

CAPITULO I.—Placeres auríferos de Calamahí.—Causas que originaron su descubrimiento.—Primeros trabajos.—Disposiciones del Gobierno.—Fuerza federal.—Telégrafo.—Imprenta.—Nombramiento de la primera Comision.—Primeras dificultades de la explotacion.—Camino seguido por la primera Comision.—Causas por las que se desorganizó.—Fiebre amarilla.—Reseña de sus estragos en las costas del Pacífico..... 121

CAPITULO II.—Reorganizacion de la Comision, su nuevo personal, instrucciones para la exploracion del territorio —Camino seguido por los miembros de la Comision.—Golfo de California..... 134

CAPITULO III.—Partido del Centro.—Noticias históricas y de estadística.—Clima.—Salubridad.—Producciones.—Valor de la propiedad.—Instruccion pública.—Rentas públicas.—Criminalidad.—Noticias especiales de Mulegé, Capital del Partido..... 146

CAPITULO IV.—Salida de la Comision de Mulegé á La Trinidad.—Viaje por la costa.—Camino á los Placeres.—"Arroyo de los franceses."—Extranjeros perdidos y muertos en aquel punto.—"La Angostura."—Cuesta de San Juan.—Santa Gertrudis.—Llegada á los Placeres.—Disposicion de los trabajos.—Habitantes en los Placeres.—Víveres.—Agua.—Fuentes brotantes.—Vegetacion.—Medios de mejoramiento..... 161

CAPITULO V.—Pormenor de las operaciones topográficas.—Estudio Geológico..... 180

CAPITULO VI.—Criaderos minerales.—Criaderos regulares ó en vetas.—Criaderos de acarreo.—Minas derivadas.—Extraccion del oro de las cañadas.—Lavar.—Lavado en máquinas.—Estimacion de su resultado.—Ley del oro.—Nota sobre la habilitacion de un trabajador..... 201

Págs.

CAPITULO VII.—Condiciones de la explotacion de las vetas.—Elementos con que se cuenta.—Indicacion del lugar para un Establecimiento Metalúrgico.—Tratamiento metalúrgico conveniente.—Desventajas y conveniencias de la exportacion.—Exploracion á las Salinas de "Ojo de Liebre" y al puerto de Santo Domingo.—Mineral de Santa Águeda.—Visita á sus minas.—Pormenor de su explotacion y exportacion de minerales.—San Ignacio..... 221

CAPITULO VIII.—Estudios sobre la perla.—Su descubrimiento en la Baja California.—Puntos del Golfo donde se produce.—Su explotacion primitiva.—Explotacion actual.—Idea del Escaphandro Denayrouze.—Epoca propia para el buceo.—Edad conveniente de la ostra para sacarla.—Terreno de los mares donde se encuentra.—Ejemplares notables sacados del Golfo.—Diversas calidades y tamaños de la perla.—Noticia tradicional de unas perlas, de D. Manuel de Ozio.—Manera de producirse la perla.—Valor de la perla y de la concha.—Principales centros de consumo.—Industria en nuestro país.—Medios de facilitar su desarrollo.—Noticia del número de embarcaciones destinadas al buceo en varios años.—Conchiliología por el Sr. Pujol..... 244

CAPITULO IX.—Estudios sobre la orchilla.—Orígen de su nombre.—Su descubrimiento en California.—Lugares especiales para su produccion.—Clases de orchilla.—Manera de propagarla.—Condiciones para su desarrollo.—Cálculo aproximado de su producto por hectara.—Epoca de cosecha y manera de hacerla.—Precios á que se paga.—Puntos para donde se exporta.—Lugares de embarque.—Empaque.—Derechos de exportacion.—Impuestos en el extranjero.—Fletes de mar.—Precios en Europa.—Empleo de la orchilla.—Salida de la Comision de la region central de la Baja California.—Viaje á la Paz.—Noticias de esta Capital.—Rápida expedicion á los minerales del Triunfo y Cacachilas.—Conclusion..... 269

Conclusion..... 281

Adicion..... 284

Informe sobre los placeres auríferos de Calamahí (Baja California). Presentado por Eduardo Martínez Baca al Sr. Ingeniero D. Joaquin M. Ramos, Jefe de la Comision Exploradora de la Baja California..... 286

Informe sobre el estado actual del Volcan de Colima por Mariano Bárcena, Profesor de Geología y Director del Observatorio Meteorológico Central..... 328

Apuntes de magnetismo terrestre por Adolfo Diaz, encargado del Observatorio Meteorológico, y Francisco Garibay, conservador de los gabinetes de Topografía y Astronomía en la Escuela Nacional de Ingenieros..... 366

Aplicacion de las doctrinas termoquímicas á las teorías metalúrgicas de la amalgamacion de la plata..... 462

Informe que rinde el Ingeniero de Minas Juan Ignacio Matute, á la Compañía Minera de la "Divina Providencia" y Minas Anexas en los Placeres de Ostula..... 477

ERRATAS MAS NOTABLES.

Págs.	Líneas.	DICE.	LÉASE.
19...	6.....	F A F.....	T A F.
19...	6.....	x A F.....	x A T.
19...	10.....	T_h y T_v.....	F_h y F_v.
20...	19.....	la fórmula (2) será.....	la fórmula (2) es.
22...	11.....	Fig. 7 (bis).....	Fig. 8ª
26...	17.....	á la masa u.....	á la masa μ.
28...	17.....	determinar á $2f_h$.....	determinar á f_h.
31...	16.....	$m\int\int\int dx\,dy\,dz\,y^2$ (1) $m\int\int\int dx\,dy\,dz\,z^2$ (2).....	$m\int\int\int dx\,dy\,dz\,y^2$ (1), $m\int\int\int dx\,dy\,dz\,z^2$ (2)
34...	6.....	$2f_h$ sen α.....	f_h sen α.
34...	14.....	y $\beta=\frac{d+l}{a\,a'}$.....	y cos $\beta=\frac{d+l}{a\,a'}$.
34...	19.....	las distancias.....	la distancia.
38...	6.....	$2f_t\mu' l$ sen $(i\pm\gamma)$.....	$2f_t\mu' l'$ sen $(i\pm\gamma)$.
40...	4.....	ya conocerémos.....	ya conocemos.
40...	11.....	$\frac{f_t}{2\mu l}=\frac{1}{\text{sen}\,(i\pm\gamma)}(l^2+l'^2+d'^2)^{\frac{3}{2}}$.....	$\frac{f_t}{2\mu l}=\frac{1}{\text{sen}\,(i\pm\gamma)\,(l^2+l'^2+d'^2)^{\frac{3}{2}}}$.

Págs.	Líneas.	DICE.	LÉASE.
40...	15.....	$\frac{f_t}{2\mu l} = \frac{1}{\text{sen}\,(i \pm \gamma)\,(l^2 + l'^2 + d'^2)^{\frac{3}{2}}}$	$\frac{f_t}{2\mu l} = \frac{1}{\text{sen}\,(i \pm \gamma)\,(l^2 + l'^2 + d'^2)^{\frac{3}{2}}}$.
41...	4.....	$4\mu l^2 = \frac{\text{P}\,d\cos\beta}{} \frac{\text{sen}\,(i \pm \gamma)\,\text{sen}\,(i \pm \beta)\,\text{R}}{\text{sen}\,i \pm \beta}$	$4\mu^2 l^2 = \frac{\text{P}\,d\cos\beta\,\text{sen}\,(i \pm \gamma)\,\text{R}}{\text{sen}\,i \pm \beta}$.
52...	Nota...	$\cos\alpha = 0$ y $\text{tang}\,i' = a$.....	$\cos\alpha = 0$ y $\text{tang}\,i' = \infty$.
60...	20.....	reemplazar por la (1)...	reemplazar por la unidad.
67...	28.....	pintados exteriormente.....	pintados interiormente.
78...	16.....	$\text{sen}\,\delta + \text{sen}\,\delta = b$.....	$\text{sen}\,\delta + \text{sen}\,\delta' = b$.
81...	21.....	y da un *hop*.....	y da un *up*.
82...	4.....	el tiempo.....	determinará el tiempo.
83...	25.....	$t = \pi\sqrt{\frac{\Sigma r^2 m}{2\mu l f_h}}\left(1 + \frac{1}{4}\,\text{sen}\,\frac{2'}{2}\,\theta\right)$.....	$t = \pi\sqrt{\frac{\Sigma m r^2}{2\mu l f_h}}\,(1 + \frac{1}{4}\,\text{sen}^2\,\frac{1}{2}\,\theta)$.
83...	28.....	$t_1 = t_2\left(1 + \frac{1}{4}\,\text{sen}\,\frac{2'}{2}\,\theta\right)$.....	$l_1 = t_2\,(1 + \frac{1}{4}\,\text{sen}^2\,\frac{1}{2}\,\theta)$.
83...	31.....	θ y $\frac{t}{2}$.....	θ y t_2.
97...	Nota...	En las páginás 00 y 00.....	En las páginas 22 y 37.

ANALES

DEL

MINISTERIO DE FOMENTO

DE LA

REPUBLICA MEXICANA

TOMO VIII

MÉXICO

OFICINA TIP. DE LA SECRETARÍA DE FOMENTO
Calle de San Andrés núm. 15.

1887

Anales del Minist
Tomo 8. 5

AMNH LIBRARY
100215521